corso di
RADIOTECNICA

pubblicazione settimanale - 14 - 21 ottobre 1961 - un fascicolo lire 150 52° numer

corso di
RADIOTECNICA

settimanale a carattere culturale

Direzione, Amministrazione, Pubblicità:
Via dei Pellegrini 8/4 - Telef. 593.478
MILANO

Ogni fascicolo — contenente 3 lezioni — costa lire 150, acquistato alle edicole.

Se l'edicola risulta sprovvista, o si teme di rimanere privi di qualche numero, si chieda invio settimanale direttamente al proprio domicilio a mezzo abbonamento.

Il versamento per ricevere i 52 fascicoli costituenti l'intero Corso è di lire 6500 + I.G.E. = lire 6630. A mezzo vaglia postale, assegno bancario, o versamento sul conto corr. postale 3/41.203 del « Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8-4 - Milano. In ogni caso, scrivere in modo molto chiaro e completo il proprio indirizzo.

L'abbonamento può essere effettuato in qualsiasi momento; si intende comprensivo delle lezioni pubblicate e dà diritto a ricevere tali lezioni, che saranno inviate con unica spedizione.

Estero: abbonamento al Corso, Lit. 8.500. ($ 15). Numeri singoli Lit. 300 ($ 0,50).

Per i cambi di indirizzo durante lo svolgimento del Corso, unire lire 100, citando sempre il vecchio indirizzo.

Fascicoli singoli arretrati — se disponibili — possono essere ordinati a lire 300 cadauno.

Non si spedisce contrassegno.

Distribuzione alle edicole di tutta Italia: Diffus. Milanese - Via Soperga, 57 - Milano.

Direttore responsabile: Giulio Borgogno.

Autorizzaz. N. 5357 - Tribunale di Milano.

Stampa: Intergrafica S.r.l. - Cologno Monzese.

La Direzione non rivende materiale radio; essa può comunicare, se richiesta, indirizzi di Fabbricanti, Importatori, Grossisti ecc. in grado di fornire il necessario ed ai quali il lettore può rivolgersi direttamente.

Alla corrispondenza con richiesta di informazioni ecc. si prega allegare sempre il **francobollo per la risposta.**

Parte del testo e delle illustrazioni è dovuta alla collaborazione del Bureau of Naval Personnel, nonchè al Dept. of the Army and the Air Force - U.S.A.

A chi può essere utile questo Corso? Anzitutto — stante la sua impostazione — il Corso, basato sull'esposizione in forma a tutti accessibile, della radiotecnica, dai suoi elementi basilari alla evoluzione più recente, rappresenta la forma ideale per tutti coloro che intendono dedicarsi all'elettronica, sia come forma ricreativa sia — soprattutto — per l'acquisizione di una professione specializzata che possa procurare loro una posizione di privilegio in seno alla società odierna.

Anno per anno, la nostra civiltà si indirizza sempre più verso questa meravigliosa, si potrebbe dire fascinosa, elettronica, che nel modo più evidente consente sviluppi impensati, progressi grandiosi e una rapida evoluzione di tutti gli altri rami dello scibile che essa tocca e influenza.

L'industria, tutta l'industria, nel senso più ampio, da quella elettrotecnica a quella meccanica, alla metallurgica, alla chimica ecc., con i suoi laboratori di ricerca e le sue fabbriche richiede, e richiederà sempre più, con un ritmo rapidamente crescente, tecnici specializzati con conoscenza dell'elettronica, tecnici specificatamente elettronici e persino operai e impiegati di ogni ordine e categoria con cognizioni di elettronica.

Si può dire che anche le branche commerciali, quelle dei trasporti e persino quelle amministrative con le recenti introduzioni delle calcolatrici, abbisognano di personale che conosca i principi dell'elettronica, le macchine relative, il loro pieno sfruttamento, la eventuale riparazione ecc. e, quanto più in modo completo, quanto meglio.

Nasce, da una tale situazione, una logica conseguenza: per la scelta di una professione o di un mestiere, per un miglioramento della propria posizione sociale, per l'intrapresa di una libera attività o anche per la sola acquisizione di cognizioni che indubbiamente verranno oltremodo utili, è quanto mai opportuno riflettere se non sia conveniente dedicare un po' di tempo allo studio di questa scienza che ha tra l'altro il pregio di rendersi immediatamente attraente, concreta, accessibile e foriera di moltissime soddisfazioni.

A questo scopo appunto, e con questi intenti, è stato redatto questo Corso.

Non mancano invero altri corsi (specie per corrispondenza) o scuole di radiotecnica, nè mancano (sebbene siano in numero del tutto inadeguato) scuole statali o pareggiate ma la struttura e l'impostazione che caratterizzano queste 156 lezioni sono alquanto particolari, presentando non pochi vantaggi sulle diverse altre forme di cui si è detto.

Anzitutto vogliamo porre in evidenza **il fattore economico.**

Frequentare regolarmente, durante tutto l'anno, una scuola è certo il modo più logico — anche se non il più rapido — per apprendere ma, tralasciando il fatto che rarissimi sono gli Istituti di radiotecnica, è a tutti possibile dedicarsi esclusivamente, e per l'intero anno, allo studio? Noi riteniamo che chi può farlo costituisca oggi assai più l'eccezione che la regola. Ciò significa infatti poter disporre liberamente del proprio tempo senza avere la necessità di un contemporaneo guadagno: il nostro Corso permette a chiunque di studiare a casa propria, nelle ore libere dal lavoro, senza abbandonare o trascurare quest'ultimo. Ciò caratterizza invero anche altri corsi, ma il vantaggio economico diviene notevole ed evidentissimo se si considera che di fronte all'esborso, anche se rateale, di quasi 80.000 lire che i corsi per corrispondenza richiedono, seguendo il nostro Corso la spesa in un anno risulta di poco più di 7500 lire (150 lire alla settimana presso un'edicola) o di 6630 lire totali, con recapito postale, settimanale, delle lezioni a domicilio.

E' superfluo dire che la Modulazione di Frequenza, i transistori, i circuiti stampati, la trasmissione, il telecomando ecc. sono argomenti integrali del Corso e non costituiscono motivo di corsi speciali, aggiunti o particolari.

Le lezioni di questo Corso — a differenza di molte altre — non sono stampate con sistemi di dispensa, a ciclostile, o con sistemi più o meno analoghi, derivanti cioè da un originale battuto a macchina da scrivere; esse sono stampate in uno stabilimento grafico, con chiari caratteri tipografici da cui deriva una assai più agevole lettura e — fattore certamente di non secondaria importanza — un contenuto molto più ampio, corrispondendo una pagina a stampa a tre o quattro pagine di quelle citate. Il lettore avrà, alla fine del Corso, un volume di ben 1248 pagine di grande formato!

Chiunque, indipendentemente dall'età, dalla professione e dalle scuole compiute **può seguire il Corso.** Alle esposizioni teoriche si abbinano numerose, attraenti, istruttive ed utili descrizioni che consentono la realizzazione di ricevitori, amplificatori, strumenti vari e persino di trasmittenti su onde corte.

A questo proposito è sintomatico il fatto che la Direzione non vuole assolutamente assumere la fisionomia di un fornitore o commerciante di materiale radio, rivendendo agli allievi le parti necessarie. Il materiale occorrente l'interessato può acquistarlo dove e come meglio crede e, assai spesso anzi, già ne dispone. Viene così evitato l'acquisto forzoso, caratteristico più o meno di tutti gli altri corsi.

Anche chi è già radiotecnico, anche chi ha seguito o segue altri corsi troverà il massimo tornaconto in questo completo ed aggiornato lavoro. Molte nozioni, è logico, saranno note, altre un po' meno e sarà utile rinfrescarle, e il tutto infine costituirà un manuale di consultazione, prezioso tanto per la teoria esposta quanto per i numerosi schemi, per le tabelle, per i grafici, gli elenchi, i dati, il vocabolario dei termini ecc.

Concludendo, si può affermare che questo **Corso di Radiotecnica** oltre che come insegnamento graduale si presenta come **enciclopedia e rivista assieme** ciò che permette di formare — con modestissima spesa — **il più completo, ricco, utile e pratico volume di radiotecnica di cui sia dato oggigiorno disporre.**

APPLICAZIONI ELETTRONICHE nell'INDUSTRIA

Ed eccoci giunti alla fine del nostro « Corso ». Durante lo svolgimento dell'intero programma, il lettore ha avuto modo di conoscere, in primo luogo, i fenomeni relativi all'elettronica, poi le leggi che tali fenomeni governano, infine, i circuiti adattati per la realizzazione di apparecchiature atte alla trasmissione, alla ricezione e alla amplificazione di segnali di diversa natura; non abbiamo mancato, inoltre, di prendere in esame gli strumenti necessari per analizzare tali apparecchiature, nel loro funzionamento e nella loro messa a punto.

L'elettronica però, come è ben noto, non consente soltanto la trasmissione e l'amplificazione dei suoni, agli effetti delle telecomunicazioni: i medesimi principi in base ai quali ciò è stato possibile sono da tempo sfruttati per creare numerosi dispositivi di notevole importanza ed utilità, sia in applicazioni industriali, sia in applicazioni introdotte nel campo medicale, vale a dire nella vasta gamma degli apparecchi elettromedicali. Dal punto di vista dell'attività economica e commerciale, si può affermare che la realizzazione di tali apparecchiature elettroniche ha raggiunto uno sviluppo tale da conferire a queste branche un'importanza pressochè analoga a quella della radio.

E' dunque interessante, esaminare questi due vastissimi rami dai quali, grazie alle continue ricerche dei tecnici ed agli sforzi delle industrie, hanno tratto origine tipi di strumenti, di congegni, di impianti e di installazioni, che migliorano e semplificano notevolmente sistemi di produzione ed esecuzione di lavori.

Alla base di queste applicazioni, sta il fatto che i numerosi fenomeni inerenti alle correnti oscillatorie, siano esse sinusoidali o meno, regolari o irregolari, possono essere sfruttati per compiere artificialmente, rapidamente e con estrema precisione, complesse azioni preordinate dall'operatore. Anzi, grazie a queste applicazioni, è persino possibile far eseguire operazioni superiori a quelle che la mente umana può affrontare.

Nel campo industriale, fanno ricorso all'elettronica tutte quelle apparecchiature che consentono l'automazione di dispositivi, la semplificazione dei sistemi di produzione, di calcolo o di analisi; nel campo medicale, tutti gli strumenti adatti a facilitare la diagnosi e la terapia di un male.

In questa lezione ci occuperemo esclusivamente delle apparecchiature a carattere industriale, utili sia nelle fabbriche, che negli uffici e nelle abitazioni; nella lezione successiva ci occuperemo invece degli strumenti che l'elettronica ha messo a disposizione del medico.

APPARECCHIATURE a CARATTERE INDUSTRIALE

La gamma delle apparecchiature elettroniche a caratteristiche industriali è molto vasta: cercheremo quindi — per esaminare sommariamente almeno le più importanti di tali apparecchiature — di suddividerle in categorie, a seconda del loro impiego.

Innanzitutto, per entrare — per così dire — gradatamente, in quel campo dell'elettronica che si stacca dalla vera e propria radiotecnica, considereremo gli impianti di comunicazione a viva voce o a segnali, atti ad una utilizzazione nelle varie sezioni di un edificio in maniera indipendente dal comune telefono o da emettitori radio. Per comunicare con una o più persone mediante telefono occorre, ovviamente, disporre di una linea libera, ed è necessario comporre un numero mediante un quadrante, oppure, in caso di dispositivo radio, sintonizzare un trasmettitore su una determinata frequenza. Gli *impianti interfonici* eliminano tutto ciò, rendendo la comunicazione immediata, priva di impedimenti, e semplificandola sì da ridurre l'operazione necessaria alla sola azione di pressione su un pulsante.

Ci occuperemo poi di apparecchiature impiegate nelle fabbriche, come quelle, ad esempio, adatte alla ricerca dei metalli, al controllo delle radiazioni, ed al controllo delle produzioni in genere. Esamineremo anche gli impianti nei quali le correnti alternate ad Alta Frequenza con determinate caratteristiche vengono impiegate per la tempera degli acciai e per la lavorazione delle materie plastiche (*forni elettronici*); infine, ci occuperemo delle attrezzature per produrre impulsi di luce intensa per scopi fotografici (« flash »), delle calcolatrici elettroniche e degli amplificatori magnetici.

Impianti interfonici

Gli impianti interfonici consistono generalmente in un amplificatore di Bassa Frequenza, al quale fa capo un apparecchio, detto *principale*, connesso a sua volta con un certo numero di posti detti *secondari* o *derivati*, ai fini di una comunicazione a viva voce.

La **figura 1** illustra schematicamente un impianto di questo tipo. Presso ciascun posto, sia il microfono che l'altoparlante sono costituiti da un unico trasduttore, che viene impiegato per una funzione o per l'altra, alternativamente. Come è noto, l'altoparlante magnetodinamico (a bobina mobile) può funzionare da microfono, e viceversa. Osservando lo schema, si nota che i due deviatori azionati in tandem (*A* e *B*) servono ad

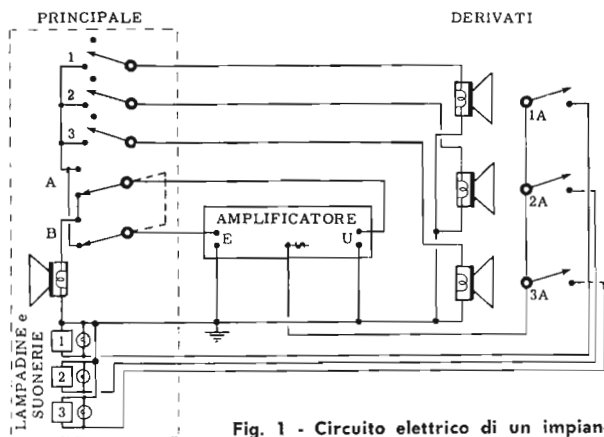



Fig. 1 - Circuito elettrico di un impianto interfonico con tre posti derivati.

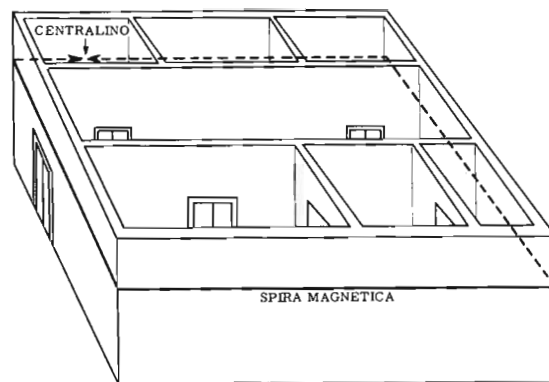



Fig. 2 - Installazione della spira magnetica su un piano di un edificio.

invertire le connessioni di entrata e di uscita dell'amplificatore. Di conseguenza, in una data posizione (quella indicata, che corrisponde a quella normale o di riposo del doppio deviatore, del tipo a pressione con ritorno automatico), il trasduttore dell'apparecchio principale agisce da altoparlante, mentre quel trasduttore dei tre derivati che viene inserito nel circuito da chi usa l'apparecchio principale, (tramite uno degli interruttori 1, 2 o 3) agisce da microfono. Pertanto, abbassando uno degli interruttori citati (1, 2, 3), l'operatore del posto principale ha immediatamente la possibilità di udire i suoni che si producono in prossimità del derivato scelto: non appena viene abbassata la leva che aziona il doppio deviatore (*A* - *B*) le condizioni si invertono, cioè, il trasduttore principale agisce da microfono, e quello scelto da altoparlante.

E' evidente, quindi, che ciascun trasduttore può essere connesso al secondario del trasformatore di uscita, o al primario del trasformatore di entrata, incorporati entrambi nell'amplificatore. Con l'apparecchio principale si può così chiamare (*A* - *B* premuto) direttamente — dopo aver chiuso il corrispondente interruttore (1, 2, 3) — una persona corrispondente ad uno dei derivati, e, liberando subito dopo l'invertitore (*A* - *B*), ascoltare la risposta.

Ogni derivato, dispone di un pulsante (1*A*, 2*A* e 3*A*), che chiude un circuito, alimentato dalla stessa rete che alimenta l'amplificatore, facente capo ad una suoneria o ad un ronzatore (cicala), e ad una lampadina spia messa in corrispondenza di ciascuno dei tre pulsanti dell'apparecchio principale. Agendo sul suo pulsante, il derivato effettua indirettamente una chiamata, in quanto invita, con un segnale sonoro, l'apparecchio principale ad effettuare una chiamata su quel dato canale, individuato dalla lampadina spia.

Il numero dei derivati può essere stabilito a seconda delle esigenze: tali impianti infatti, possono essere installati per più derivati, generalmente fino ad un massimo di 24. Un particolare degno di nota è che, data la bassa impedenza delle linee di allacciamento tra i vari apparecchi, queste possono essere di comune cavetto bipolare, in genere senza necessità di schermatura.

Impianti cercapersone

Una variante degli impianti interfonici, che può essere considerata un perfezionamento, sia pure dal solo punto di vista della chiamata, è costituita dagli impianti cercapersone. Si tratta di un'applicazione nella quale vengono sfruttati i campi magnetici alternati.

Se si dispone di un amplificatore di una certa potenza, ed alla sua uscita, in luogo di un dispositivo di riproduzione diretta (altoparlante), si collega un cavo di sezione appropriata, che percorra il perimetro di un edificio di date dimensioni (come illustrato alla **figura 2**), le correnti dei segnali d'uscita, che sono dell'ordine di qualche ampère, creano all'interno della spira così formata un campo magnetico variabile, sia di polarità che di intensità, conformemente ai segnali stessi.

Se all'interno della spira, ossia nella superficie coperta dal campo magnetico, si pone un amplificatore, avente una buona sensibilità, provvisto all'ingresso (in luogo di un microfono) di un avvolgimento costituito da migliaia di spire di filo sottilissimo, avvolte su un nucleo di materiale ferromagnetico, il campo induce in questo avvolgimento tensioni proporzionali alla sua intensità in quel punto. Tali tensioni, opportunamente amplificate, possono essere riprodotte da un minuscolo trasduttore acustico, connesso all'uscita dello amplificatore, e — di conseguenza — udite da chi porta con sè il piccolo ricevitore.

Il sistema accennato è stato perfezionato ulteriormente: per evitare che la chiamata venga percepita da tutti gli apparecchi riceventi presenti nell'area, si può trasmettere un particolare segnale per ogni persona, in modo che solo il ricevitore della persona ricercata faccia agire il segnale di avviso: in altre parole, si può far ricorso a tipi di ricevitori selettivi.

Negli impianti moderni, i ricevitori possono essere in numero praticamente illimitato, ed inoltre — essendo a transistori — sono di dimensioni ridottissime, ed alimentati da piccole batterie incorporate. Essi comprendono una bobina di ingresso selettiva, ossia accordata su una data frequenza (supersonica) per il motivo di cui si è ora detto, un circuito a relais azionato dal segnale ricevuto per via induttiva dall'amplificatore, ed un oscillatore, tarato su una determinata frequenza, posto in funzionamento dal suddetto relais. Allorchè l'apparecchio di chiamata trasmette un segnale di una data frequenza (supersonica), questa viene ricevuta dal solo ricevitore funzionante su quella stessa frequenza. Il segnale ricevuto, ed amplificato, segue due percorsi: da un lato, prosegue verso l'uscita (os-

Fig. 3 - Aspetto di un moderno ricevitore tascabile per impianto cercapersone. Si noti il diffusore acustico, in alto.

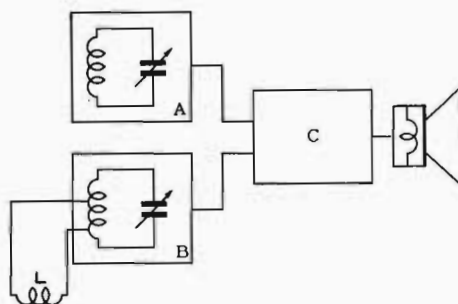



Fig. 4 - Principio di funzionamento di un cercametalli a variazione di frequenza. La bobina L costituisce la testa esploratrice.

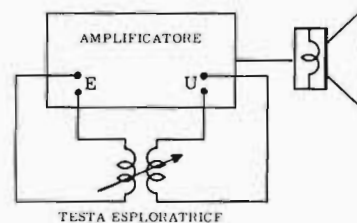



Fig. 5 - Cercametalli ad innesco di oscillazioni, per variazione di induttanza delle due bobine accoppiate.

sia verso lo stadio finale del ricevitore), e dall'altro provvede ad azionare il circuito oscillatore citato (tramite il relais). In tal modo, i due segnali (quello in arrivo e quello prodotto dal ricevitore) vengono fatti « battere » tra loro; le due frequenze sono stabilite in modo tale che la frequenza risultante dalla sovrapposizione sia all'incirca di 1.000 Hz. Questo è il suono che viene udito dalla persona che ha con sè il ricevitore.

Gli impianti di questo genere più complessi comprendono anche la possibilità, una volta effettuata la chiamata, di impartire delle disposizioni che la persona chiamata potrà udire premendo, qualche istante dopo aver sentito il segnale, un apposito pulsante che esclude l'oscillatore locale ed inserisce un demodulatore. Nell'apparecchio di chiamata, la corrente microfonica amplificata modula — in tal caso — la frequenza ultrasonica che eccita la spira magnetica.

L'utilità di questi impianti nelle grandi aziende, nelle fabbriche, negli ospedali e nei cantieri è evidente. In tali casi, infatti, è spesso necessario rintracciare una data persona (un impiegato, un dirigente, un tecnico, una persona di servizio, un medico, ecc.), cosa che, data la vastità dell'edificio, può risultare problematica attraverso il telefono, o fastidiosa attraverso un sistema di altoparlanti. Mediante l'impiego del cercapersone — invece — è possibile munire di un ricevitore tascabile tutte le persone che, durante l'orario di lavoro, sono soggette a chiamate improvvise da parte del centralino. Ogni ricevitore, assegnato sempre alla medesima persona, corrisponde ad una sola frequenza di chiamata, e — sempre che l'apparecchio abbia la possibilità di trasmissione anche a voce — una volta udito il segnale di chiamata l'interessato non dovrà che portare il ricevitore all'orecchio, premendo il relativo pulsantino, ed ascoltare le disposizioni. In caso di impianto semplice — invece — la ricezione del segnale di chiamata indicherà che egli deve mettersi al più presto in contatto col centralino tramite il telefono interno più vicino, per ricevere le disposizioni.

Data la distribuzione abbastanza uniforme del campo magnetico nell'area circoscritta dalla spira (sempre che non esistano nell'edificio grosse masse di ferro o di acciaio, che determinano un notevole assorbimento), la chiamata viene normalmente percepita su tutto il piano dell'edificio, e persino uno o due piani al di sopra e al di sotto. In caso di edifici a diversi piani, è possibile allacciare tra loro due o più spire, connesse in parallelo e disposte l'una sull'altra, in modo che i relativi campi siano in fase. In un edificio ad otto piani — ad esempio — le chiamate possono essere percepite dai sotterranei fino a sopra il tetto, installando una spira al 1° piano, una al 4°, ed una al 7° piano.

I ricevitori sono alimentati da piccole batterie, spesso ricaricabili, che richiedono un controllo periodico. La **figura 3** illustra l'aspetto di un ricevitore.

I cercametalli

Sia nel campo industriale, che in quello militare e civile, si presenta abbastanza sovente la necessità di controllare la eventuale presenza di metalli. Ciò accade, ad esempio, durante i processi di lavorazione del legno o delle materie plastiche, dei tessuti, o ancora della carta, per accertare la eventuale presenza nella materia prima, di schegge metalliche che potrebbero danneggiare le macchine (seghe, pialle, presse, ecc.). Nel campo militare, tali controlli sono necessari per individuare la presenza di mine sotterrate; infine, nel campo civile, un simile mezzo di controllo consente di trovare oggetti metallici smarriti nella sabbia o in un prato, e, in altre applicazioni ancora, di constatare la presenza di eventuali frammenti metallici nei cibi lavorati, ecc.

I metodi con i quali è possibile accertare la presenza di metalli con un dispositivo elettronico, sono diversi: La **figura 4** illustra il sistema a *variazione di frequenza*.

A e *B* sono due oscillatori ad Alta Frequenza, funzionanti sulla medesima frequenza. I due segnali prodotti vengono mescolati tra loro. Se le due frequenze sono perfettamente eguali, ovviamente non si ha alcun suono dovuto al battimento in quanto la risultante è zero. Per contro, dopo aver effettuato la messa a zero del segnale di uscita, se la bobina *L* (in parallelo ad una parte del circuito accordato dell'oscillatore *B*), viene avvicinata ad una massa metallica, la sua induttanza varia: ciò fa variare la frequenza di accordo del circuito oscillante, per cui si ha una differenza tra le due frequenze prodotte. In tal caso, il trasduttore darà una nota caratteristica, ciò che comproverà che in prossimità della bobina si trova una massa metallica. La *bobina esploratrice* viene installata in un involucro non metallico, applicato all'estremità di un'asta, o comunque nel punto in cui il controllo deve essere effettuato.

Un altro metodo è quello detto ad *innesco di oscilla-*

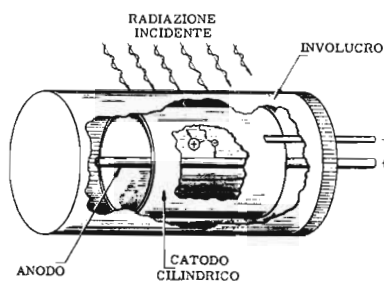



Fig. 6 - Rapresentazione della struttura interna di un tubo « Geiger - Muller »: si tratta di una camera di ionizzazione, nella quale si trovano due soli elettrodi.

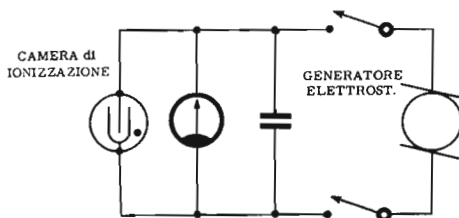



Fig. 7 - Circuito di impiego di una camera di ionizzazione per la rivelazione di radiazioni. Il generatore fornisce la tensione di polarizzazione degli elettrodi, tra i quali avviene la scarica.

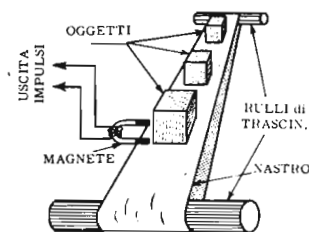



Fig. 8 - Principio del contatore elettromagnetico di oggetti trasportati da un nastro. L'uscita dell'elettromagnete dà gli impulsi che vengono contati da un relais.

zioni; il principio è illustrato alla **figura** 5. Si tratta di un normale amplificatore di Bassa Frequenza, nel quale l'entrata e l'uscita sono accoppiate mediante due bobine avvolte con nucleo ad aria; tali bobine costituiscono la *testa esploratrice*. Il loro valore induttivo è abbastanza basso da evitare che si manifesti una reazione (positiva) che dia luogo ad oscillazioni udibili. Tuttavia, non appena il campo magnetico interno alle bobine viene concentrato o comunque deformato a causa delle presenza di masse metalliche (magnetiche o non, rispettivamente), il valore induttivo aumenta fino a determinare la presenza di oscillazioni che vengono riprodotte dall'altoparlante.

I rivelatori di radiazioni

Da diversi anni, in seguito ai progressi conseguiti nel campo delle ricerche nucleari, si sente parlare di radiazioni « beta » e « gamma », di minerali di uranio, di raggi « Roentgen », e di contatori « Geiger ». Anche in questa branca, l'elettronica ha dato un notevolissimo contributo: essa, infatti, ha consentito la costruzione di speciali apparecchiature, atte a constatare la presenza di radiazioni, ed a misurarne il livello.

Tali radiazioni, molto utili nelle applicazioni di fisica nucleare, ed in alcune applicazioni di medicina, possono per contro essere pericolosissime per l'essere umano che le subisce inconsapevolmente. Da qui, la necessità di avvertirne la presenza (in quanto nessuno dei nostri sensi ha tale possibilità), e di misurarne la intensità. Oltre a ciò, la ricerca dei giacimenti di uranio è notevolmente facilitata, allorchè si ha la possibilità di constatare la presenza o meno delle radiazioni in una data zona.

Il principio del contatore « Geiger » è alquanto semplice: l'elemento sensibile è il tubo « Geiger Muller », che, come illustrato alla **figura** 6, consta di un involucro di vetro, contenente un gas speciale a bassa pressione, e due elettrodi, un catodo tubolare cilindrico, ed un anodo costituito da un conduttore rigido, coassiale rispetto al catodo. Se tra tali elettrodi viene applicata una certa differenza di potenziale, non si ha alcun passaggio di corrente tra di essi, nel tubo, a meno che il gas in esso contenuto non sia ionizzato.

Dal momento che le radiazioni hanno la prerogativa di ionizzare il gas contenuto nel tubo, si ha una scarica in esso non appena viene sottoposto a dette radiazioni, e tale scarica è tanto più rapida quanto più intense sono le radiazioni stesse. Non appena la scarica è avvenuta, la d.d.p. tra gli elettrodi si ristabilisce, e si produce una nuova scarica. Si hanno così degli impulsi, che possono essere amplificati, e trasformati in segnali acustici o in indicazioni da parte di uno strumento. La **figura** 7 illustra il circuito tipico di un contatore « Geiger » portatile, nel quale il tubo è una semplice camera di ionizzazione, alimentata da una sorgente di tensione di soli 22,5 volt. Ne esistono però altri tipi nei quali la tensione che polarizza i due elettrodi è notevolmente più alta (circa 900 volt), ed inoltre, gli impulsi ricavati dal tubo vengono rettificati ed integrati, per formare una vera e propria tensione continua, la cui ampiezza indica il livello delle radiazioni in « roentgen » all'ora (r/h).

Apparecchiature di questo genere vengono usate nelne miniere in cui si trovano giacimenti di uranio, nei laboratori di fisica nucleare e di chimica, nonchè negli ospedali, nei quali si ha spesso a che fare con apparecchi di roentgenterapia, raggi X, sostanze radioattive, ecc.

Alcune fabbriche si sono specializzate nella costruzione di tali rivelatori, e ne hanno messo in commercio di vari tipi: portatili, a cassetta con cinghia a tracolla, tascabili (persino a penna stilografica), e di maggiori dimensioni, con sensibilità elevatissima. In genere, la massima sensibilità raggiungibile con uno strumento di questo tipo consente la misura di un livello di radiazione pari a 0,001 milliroetgen/ora.

Apparecchiature varie di controllo

Sfruttando i principi del magnetismo, e della fotoelettricità, è possibile realizzare diversi tipi di apparecchiature di controllo molto utili.

Supponiamo — ad esempio — che in una fabbrica si desideri sapere quanti oggetti passano al giorno su di una catena di trasporto, senza dover costringere una persona a contarli mano a mano che passano, a rischio di distrarsi e di commettere qualche errore. Se gli oggetti che si devono contare sono in materiale ferromagnetico, si può fare in modo che, in un dato punto del loro passaggio, essi chiudano per un istante un circuito magnetico che agisce su di un indotto. In tal

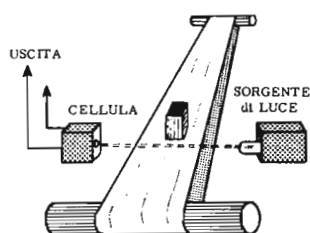



Fig. 9 - Dispositivo analogo al precedente, nel quale gli oggetti possono essere non magnetici, in quanto gli impulsi vengono forniti da un cellula fotoelettrica, eccitata da una lampadina.

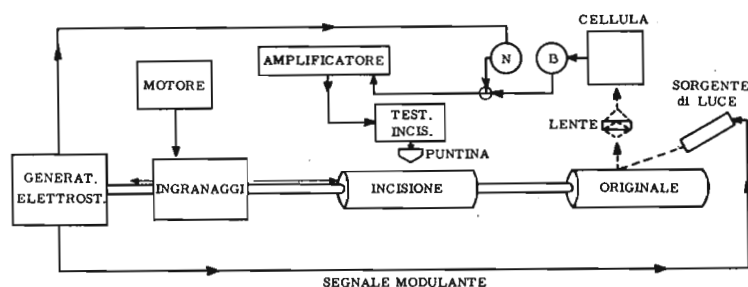



Fig. 10 - Rappresentazione schematica di una macchina elettronica per la incisione di « cliché » su plastica, mediante riproduzione di una fotografia esplorata dalla cellula fotoelettica. N e B rappresentano i dispositivi di controllo separati del nero e del bianco, per la regolazione del contrasto.

caso, essi producono un impulso (vedi **figura 8**), che, opportunamente amplificato, può a sua volta eccitare un relais. Il movimento dell'ancoretta mobile di quest'ultimo può far scattare un comune contatore a rulli, nel quale il giro completo del rullo delle unità sposta di un numero quello delle diecine e così via. Tali contatori, del tutto analoghi a quelli installati nei contatori dell'energia elettrica, del gas, ecc., sono muniti di un dispositivo di azzeramento istantaneo, che consente di iniziare la numerazione da zero ogni giorno.

Si può così controllare infallibilmente la produzione, con risparmio di una persona addetta a tale lavoro. Se si tratta di contare, invece, oggetti di materiale non magnetico, (plastica, alluminio, ecc.), lo stesso controllo può esesre effettuato con dispositivo fotoelettrico.

Come si nota osservando la **figura 9**, il nastro che trasporta i prodotti lavorati costringe questi ultimi, durante il loro passaggio, ad intercettare per un istante un raggio luminoso che colpisce una cellula fotoelettrica. Ogni interruzione del raggio, dovuta al passaggio di un oggetto opaco, determina un'interruzione dell'attività della cellula fotoelettrica. Anche questa interruzione può essere trasformata elettronicamente in un impulso, e « contata » come si è detto precedentemente a proposito del sistema magnetico.

Tra le altre importanti applicazioni dei controlli fotoelettrici citiamo, ad esempio, i dispositivi automatici di controllo dei bruciatori a nafta, e la chiusura automatica delle porte di un ascensore. Ovviamente, in questo ultimo caso, esiste anche un dispositivo di sicurezza che evita la chiusura se il raggio di luce (uscente da uno dei battenti e diretto verso la cellula installata nel battente opposto), è intercettato da una persona che si trova sulla soglia nell'istante in cui la porta si chiude.

Mediante dispositivi a cellula fotoelettrica è anche possibile determinare l'apertura automatica, ad esempio, della porta d'ingresso di un « garage ». In tal caso, la cellula fotoelettrica che aziona il dispositivo elettronico (e, successivamente, il congegno di apertura a motore) è installata nel muro, immediatamente a lato della porta stessa. Allorchè la vettura si ferma dinnanzi ad essa, ad una determinata distanza, non si ha che da azionare i fari abbaglianti, i quali, colpendo la cellula, mettono in azione il dispositivo. Un risultato analogo può essere ottenuto ricorrendo agli ultrasuoni anzichè alla luce.

Produzione di « cliché » con dispositivo a cellula fotoelettrica

La **figura 10** illustra il principio di una macchina elettronica mediante la quale è possibile, in breve tempo, ottenere il « cliché » di una fotografia, evitando il lungo processo zincografico. Come si nota, l'originale (fotografia), e la lastra di materiale plastico sulla quale viene inciso il « cliché », vengono collocati su di un albero cilindrico ruotante a velocità rigorosamente costante. Solidale con tale albero, ad una estremità, si trova una « ruota fonica », del tutto simile ad un grosso ingranaggio. I denti di questa ruota, tutti assolutamente eguali tra loro, durante la rotazione a velocità costante modificano, col loro passaggio, la capacità esistente tra di essi ed una fascia (altra armatura) posta a breve distanza. Poichè tra le armature esiste una differenza di potenziale a c.c., le variazioni di capacità dovute al profilo dei denti, in rotazione, dànno luogo a impulsi di tensione che vengono successivamente amplificati. Questi impulsi provocano l'accensione istantanea di una speciale lampada, che produce una luce intensa, e provocano anche la vibrazione — in senso longitudinale — di una punta di acciaio. Gli impulsi di luce così ottenuti vengono proiettati con un sistema di lenti in un punto sulla fotografia da riprodurre, la quale restituisce la luce per riflessione ad una cellula fotoelettrica, dinnanzi alla quale si trova un altro sistema di lenti (condensatore). La luce riflessa, ovviamente, varia di intensità a seconda delle tonalità del punto illuminato sulla fotografia. In altre parole, se il punto illuminato è perfettamente bianco, quasi tutta la luce viene riflessa: se invece è nero, la quantità di luce riflessa è minima, e così per tutte le gradazioni intermedie. In tal modo, gli impulsi di luce di intensità costante provenienti dalla sorgente luminosa, si traducono in impulsi di corrente di intensità variabile forniti dalla cellula fotoelettrica. Tali impulsi vengono impiegati per modulare la profondità dell'incisione effettuata sul foglio di materiale plastico dalla punta di acciaio, (a forma di tronco di piramide), la quale è resa incandescente da una resistenza di nichelcromo avvolta intorno ad essa.

Oltre alla rotazione del cilindro, si ha uno spostamento contemporaneo, sia del complesso *sorgente di luce - cellula fotoelettrica*, sia della *puntina di incisione*, longitudinalmente rispetto al cilindro. In tal mo-

Fig. 11 - Frammento di «clichè» (ottenuto con la macchina di fig. 10), ingrandito per mettere in evidenza il «retino». A lato è rappresentata la puntina di incisione in acciaio.

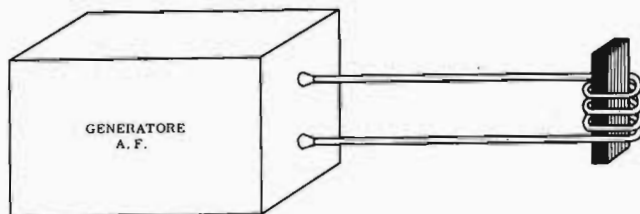



Fig. 12 - Principio del riscaldamento elettronico ad Alta Frequenza. Il generatore fornisce l'energia, che viene inviata ad una bobina. Questa crea un campo magnetico che mette in agitazione gli elettroni del corpo conduttore da riscaldare. E' possibile raggiungere persino la temperatura di fusione.

do, sia la fotografia, che il foglio di materiale plastico, vengono esplorati in un certo tempo (dipendente dalle dimensioni) in tutti i punti. La **figura 11** illustra un frammento di « cliché » ottenuto con tale macchina, molto ingrandito per mettere in evidenza i punti incisi con diversa profondità (che si traduce, data la forma della punta, in diversa area) e che ricostruiscono la immagine.

Forni ad Alta Frequenza

L'alta Frequenza può essere impiegata nell'industria come sorgente indiretta di calore. Sappiamo che, allorchè un corpo conduttore si trova in presenza di onde elettromagnetiche, o di campi elettromagnetici alternati, esso diventa sede di correnti elettriche, che non sono altro che movimenti di elettroni.

Questo principio è stato largamente sfruttato per la costruzione dei cosiddetti forni ad Alta Frequenza, che si sono rivelati molto utili per particolari tecniche di lavorazione dei metalli.

L'energia a radiofrequenza, sviluppata da un generatore di potenza elevata (si tratta in genere di diecine di chilowatt), può essere convogliata ad una bobina, realizzata con un conduttore tubolare di sezione adeguata, la quale crea internamente a se stessa un campo magnetico alla frequenza dell'energia ad essa fornita.

Se un oggetto metallico viene immerso in detto campo magnetico, tutti gli elettroni mobili degli atomi che costituiscono le molecole del materiale vengono messi in agitazione, ed oscillano — per così dire — intorno all'atomo stesso, con la medesima frequenza della corrente di eccitazione. Tali oscillazioni si traducono in un attrito di tale violenza, che la temperatura dell'oggetto aumenta, fino a renderlo incandescente.

Questo procedimento può essere sfruttato — ripetiamo — sia per la fusione di parti metalliche contetute in un crogiuolo apposito immerso nelle spire dell'indotto, sia per la saldatura di parti metalliche tra loro, sia ancora per portare oggetti di acciaio alla temperatura necessaria per effettuarne poi la tempera mediante successiva immersione in olii speciali, o in sali a base di cianuro di potassio. La **figura 12** illustra il principio del riscaldamento ad Alta Frequenza, mediante il metodo ora citato, cioè ad induzione.

Un procedimento analogo è stato realizzato per la lavorazione delle materie plastiche. Come è noto, queste ultime possono essere certamente classificate tra le sostanze isolanti: di conseguenza, ovviamente, non possono diventare sede di correnti elettriche indotte. Tuttavia, se vengono usate come dielettrico in un condensatore le cui armature siano connesse all'uscita di un potente generatore di Alta Frequenza, le perdite inevitabili che si verificano in un dielettrico si verificano anche nella materia plastica interposta. In tal caso, dette perdite, il cui valore è in stretta relazione con la frequenza del segnale, provocano un aumento della temperatura, proporzionale allo spessore del dielettrico ed all'ampiezza delle oscillazioni.

Dal momento che l'aumento di temperatura così provocato è pressochè istantaneo, e che inoltre esso può essere concentrato su piccole superfici, determinate dalle dimensioni dei due elettrodi che costituiscono il condensatore vero e proprio, questo metodo viene attualmente impiegato su vasta scala per la saldatura di materie plastiche, nella lavorazione di involucri, borse, valige, astucci, scatole, ecc. In tal caso, i due elettrodi fanno capo a due ruote di metallo, ciascuna delle quali è connessa direttamente ad una delle uscite del generatore (vedi **figura 13**). La materia plastica, generalmente costituita da fogli di politene, di polistirolo, di resine viniliche o altro, viene fatta passare, in due strati affacciati, tra le due ruote, che sono spinte una verso l'altra da una forza meccanica. Il campo elettrico che tra esse sussiste provoca, nell'istante in cui avviene il passaggio, le suddette perdite dielettriche nei due fogli affacciati, i quali — di conseguenza — si scaldano al punto tale da fondere e da amalgamarsi. I due fogli entrano dunque tra le ruote separati e divisibili, e ne escono saldati per effetto elettronico. In tal modo, è praticamente impossibile che si dividano, come potrebbe accadere se l'unione venisse effettuata con lo aiuto di un semplice collante, perchè le due parti vengono a costituirne praticamente una sola dopo il passaggio attraverso il condensatore.

« Flash » elettronici

Un dispositivo utile in campo fotografico, realizzato in base ai principi elettronici (che ha da diversi anni completamente soppiantato il noto « lampo al magnesio »), è il « flash » elettronico. Con esso, è possibile effettuare fotografie anche in assenza completa di luce solare o di lampade. Mediante tale dispositivo, grazie alla

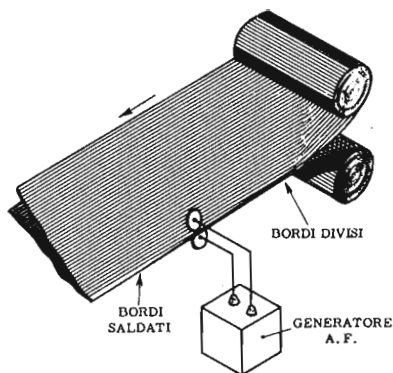



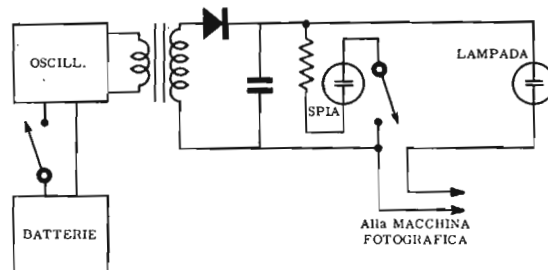
Fig. 13 - Principio della saldatura ad Alta Frequenza delle materie plastiche, col sistema detto a « perdite dielettriche ». Consente la fusione dei due bordi.

Fig. 14 - Principio del « flash » elettronico. L'oscillatore fornisce una corrente alternata che viene elevata (al valore necessario per ottenere il lampo) raddrizzata, ed avviata a caricare un condensatore.

possibilità di produrre per brevi istanti, come vedremo, tensioni molto elevate, ed alla disponibilità di lampade speciali, è possibile ottenere impulsi di luce, della durata massima di una frazione di secondo, ma di intensità locale paragonabile a quella della luce solare. La sorgente deve essere molto prossima al soggetto da fotografare: la distanza utile alla quale questa luce può illuminare con esito soddisfacente agli effetti fotografici è generalmente limitata a qualche metro. Per questo motivo, tali dispositivi vengono generalmente usati per la sola ripresa di fotografie in « primo piano » di persone di cose o di animali, anche se in movimento.

Il principio di funzionamento è illustrato alla **figura 14**. In essa si nota un oscillatore che produce una tensione alternata. Ad esso segue un circuito elevatore di tensione, che può anche essere un comune trasformatore, avente al secondario diverse migliaia di spire di filo sottilissimo. Il suo compito consiste nell'elevare la tensione oscillatoria prodotta, fino al valore di diverse centinaia di volt, sia pure con una corrente debolissima (dell'ordine di qualche microampère). Tale corrente viene rettificata, e quindi utilizzata per caricare un condensatore di capacità elevata (un elettrolitico). In tal modo, dopo qualche secondo di funzionamento, ai capi del condensatore viene ad essere presente una tensione continua notevole. L'elemento attivo è una lampada contenente un gas speciale, che, allorchè viene sottoposto ad una tensione continua elevata, si ionizza, e determina una scarica istantanea.

L'impiego del « flash » elettronico avviene come segue: in genere, l'energia di alimentazione è fornita da batterie contenute nell'apparecchio stesso, all'uscita del quale è connesso un cavo che alimenta la scatola contenente la lampada e i dispositivi di controllo. Non appena il generatore viene attivato, agendo sull'apposito interruttore generale, la tensione prodotta, elevata e rettificata, carica il condensatore: dopo qualche istante, esso è completamente carico, e ciò può essere constatato premendo un pulsantino di controllo, il quale aziona una piccola lampada al neon che dà un impulso luminoso lievissimo se la carica è completa.

L'intero complesso consiste dunque in un involucro, provvisto di cinghia a tracolla, contenente il generatore - elevatore, la batteria di alimentazione, e l'interruttore generale: da esso si diparte un cavo lungo circa un metro, che fa capo al riflettore. In questo è installata la lampada a gas, e la piccola lampada al neon che permette di constatare a priori se l'apparecchio è pronto per la produzione del lampo di luce. Un secondo cavetto, bipolare, all'estremità del quale è applicato un raccordo standard, serve per il collegamento tra il dispositivo di sincronismo della macchina fotografica ed il riflettore. La macchina, durante l'esposizione (apertura dell'obbiettivo), determina la chiusura di due contatti, che chiudono il circuito del cavetto di cui sopra. Per questo fatto, l'alta tensione fornita dal generatore viene applicata alla lampada propriamente detta, la quale emette il lampo di luce nel preciso istante in cui l'obbiettivo è aperto. E' necessario attendere qualche secondo prima di poter effettuare una seconda illuminazione, in quanto occorre dare al condensatore il tempo di ricaricarsi.

Attualmente, con i transistori, è stato possibile realizzare dei tipi di « flash » elettronici, talmente ridotti, da poter essere installati direttamente accanto alla macchina fotografica, e che contengono l'intero complesso. In alcuni tipi, il dispositivo generatore di alta tensione, invece che a transistori, funziona con un vibratore che rende pulsante la tensione della batteria, con una frequenza relativamente elevata, consentendone la trasformazione in un valore molto più alto.

Le calcolatrici elettroniche

Una branca dell'elettronica che ha preso in questi ultimi anni uno sviluppo veramente notevole, tanto da determinare l'impellente necessità di personale qualificato e specializzato, è quella delle calcolatrici elettroniche, dette anche « cervelli elettronici ». Sfruttando razionalmente i principi basilari dell'elettronica, si è riusciti a creare speciali dispositivi, atti ad effettuare i calcoli più complessi in una frazione di secondo. Si è dimostrato che un calcolo che un matematico poteva fare in non meno di un giorno di lavoro ininterrotto, è stato eseguito con assoluta esattezza da una calcolatrice elettronica in una frazione di minuto.

Tra i principi base di funzionamento in questo campo troviamo la conversione dell'aritmetica a tutti nota — fondata sull'impiego dei numeri compresi tra 0 e 9 — nella *aritmetica binaria*, nella quale gli unici segni impiegati sono lo 0 e l'1. In pratica, mediante un codice speciale, qualsiasi numero può essere espresso tramite presenza o assenza, alternativamente, di una cor-

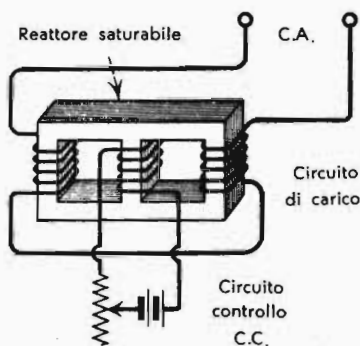



Fig. 15 - Rappresentazione di un semplice amplificatore magnetico a reattore saturabile. Si ha un circuito di controllo ed uno di carico.

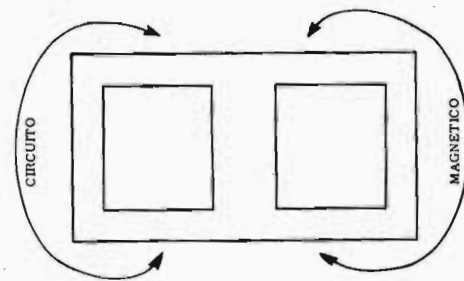



Fig. 16 - Il flusso magnetico prodotto dal circuito di controllo sul nucleo centrale si chiude, nel modo ben noto, attraverso i due circuiti esterni del lamierino ferromagnetico.

rente elettrica in un circuito, ossia con impulsi elettrici. Ovviamente, i circuiti sono molto numerosi, e ciascuno di essi contiene anche speciali dispositivi, detti « memorie », i quali ricevono l'informazione dettata dall'operatore mediante segnali elettrici, e la trattengono sotto forma di impulsi di magnetizzazione.

Il compito dell'intera calcolatrice elettronica consiste nel ricevere dall'operatore i dati di calcolo, nel registrarli sulle memorie, che possono essere — ad esempio — dei nastri magnetici, e nel combinarli e rielaborarli infine, per trarne le dovute conclusioni.

Mentre in una calcolatrice meccanica le operazioni vengono effettuate con una velocità ridotta a causa dell'inerzia dei diversi ingranaggi e delle leve che azionano i congegni, in quella elettronica la rapidità con cui l'operazione viene effettuata ha la sola limitazione nella velocità di scorrimento della corrente elettrica in un conduttore, che come sappiamo, è talmente elevata da consentire il passaggio di frequenze elevatissime.

Queste calcolatrici vengono attualmente impiegate nei grandi complessi amministrativi per aiutare il personale addetto, nonchè per eseguire le statistiche, ecc.; nei laboratori di chimica e di ricerche nucleari per la soluzione di problemi di carattere scientifico, e negli uffici civici per le registrazioni anagrafiche e statistiche.

Gli amplificatori magnetici

Oltre che con valvole e con transistori, le correnti elettriche possono essere amplificate con gli *amplificatori magnetici*. Questi dispositivi, sfruttando in parte i principi del trasformatore, permettono applicazioni assai diverse da quelle del trasformatore vero e proprio.

Il funzionamento dell'amplificatore magnetico si basa sulla saturazione di un reattore. Si ha praticamente un indotto di carico (avvolto su di un nucleo), nel quale circola il segnale, ed un secondo indotto, connesso — tramite un regolatore — ad una sorgente di tensione continua. Facendo passare una correntè continua in quest'ultimo (**figura 15**), si ha una certa saturazione del nucleo, che raggiunge un valore massimo, dato dalle dimensioni del nucleo stesso, oltre il quale non è più possibile addensare in esso un numero maggiore di linee di forza magnetica. Di conseguenza, variando la densità del flusso prodotto da quest'ultimo avvolgimento (detto di controllo), è possibile variare la permeabilità dell'intero nucleo. L'induttanza degli avvolgimenti in cui circola il segnale alternato dipende dalla permeabilità del nucleo, ed inoltre, la loro reattanza induttiva, e quindi l'impedenza, dipende dall'induttanza. Ne deriva che, variando l'intensità della corrente che circola nell'avvolgimento di controllo, è possibile variare l'impedenza del circuito di carico.

L'avvolgimento di controllo e quello di carico sono disposti in modo tale che non si verifichi tra loro induzione mutua, in quanto il primo è avvolto sulla colonna centrale, ed il secondo è avvolto sulle due colonne esterne, e sono disposti in modo che la polarità del campo magnetico sia in opposizione di fase rispetto a quella del campo prodotto dall'avvolgimento di controllo. Ciò non toglie, tuttavia, il fatto che il circuito magnetico di quest'ultimo, che si chiude come indicato dalle frecce alla **figura 16**, influisca, come necessita, sulla permeabilità dell'intero nucleo.

Dal momento che le variazioni di corrente nell'avvolgimento di controllo provocano variazioni di impedenza nell'avvolgimento di carico, è evidente che, se si sovrappone una corrente alternata alla corrente continua che scorre nell'avvolgimento centrale, è possibile ottenere all'uscita dell'avvolgimento di carico, variazioni di tensione la cui ampiezza è in stretta relazione con la permeabilità del nucleo, ossia con l'impedenza dell'avvolgimento.

L'impiego di questi amplificatori è limitato per ora al solo campo industriale, e non è esteso a quello della elettroacustica, data la limitazione della frequenza utile dovuta all'inevitabile inerzia del materiale a causa del ciclo di isteresi. Tuttavia, la loro utilità è notevole nei confronti della regolazione di tensione (si veda quanto detto a pagina 396 in merito agli stabilizzatori a ferro saturo), dei sistemi di controllo della corrente di carica degli accumulatori, ecc. Inoltre, in altri campi ancora, abbinandoli con particolari meccanismi a relais, è possibile, col loro aiuto, regolare l'afflusso del carburante nei turboreattori, controllare la velocità di rotazione di motori, ecc.

Questa breve rassegna sulle applicazioni industriali dell'elettronica è assai lungi dall'essere completa; riteniamo però di essere riusciti a dare un'idea della vastità del campo, e delle innumerevoli possibilità che l'elettronica offre per la soluzione dei problemi, in ogni attività tecnica e scientifica.

APPLICAZIONI ELETTRONICHE nel CAMPO MEDICALE

Anche nel campo della medicina, come si è detto, l'elettronica ha dato un notevole contributo, in quanto ha permesso la realizzazione di apparecchiature atte a facilitare l'indagine sulle cause delle malattie (diagnostica), ed a combattere tale causa con effetti chimico - fisici sui tessuti del corpo umano (terapia).

Le apparecchiature elettromedicali non sono un'invenzione recente. Fin dal tempo della «rana di Galvani», si comprese come la corrente elettrica potesse influire sul grado di funzionalità dei nervi motori di un essere vivente, e fin da allora furono tentate le prime applicazioni di corrente elettrica per la cura delle paralisi, e di altre disfunzioni analoghe.

Successivamente, con la scoperta del fenomeno della elettrolisi (decomposizione di sostanze organiche in soluzione per effetto del passaggio di una corrente), fu aperta la strada agli studi sulla *diatermia* (applicazione di corrente alternata), ed infine, in seguito alla scoperta dell'emissione termoionica, nacquero i *raggi* X, da cui la *radioscopia* e la *radiografia*.

Attraverso gli anni, medici e tecnici hanno collaborato assiduamente per perfezionare e migliorare le apparecchiature realizzate, ed attualmente si può affermare che il progresso, attraverso le sue fasi successive, ha portato l'elettronica in una posizione di primo piano nei confronti della scienza medica. Ciò non toglie, tuttavia, che negli anni futurì si possano effettuare altre scoperte, e che possano nascere altre teorie che porteranno alla realizzazione di altre apparecchiature. Intendiamo dire con ciò che anche questo campo è talmente vasto, che non sarà mai possibile porre la parola «fine» alla serie delle probabili innovazioni.

Nell'esaminare le diverse apparecchiature elettromedicali, inizieremo, anche in questo caso, con quelle più affini alle applicazioni fino ad ora considerate.

L'AUDIOMETRO e le PROTESI ACUSTICHE

Una delle più sentite menomazioni dell'essere umano è l'ipoacusia, o indebolimento dell'udito, che può essere dovuta a diverse cause (traumatiche, nervose, biologiche, ecc.): è per questo motivo che la scienza ha dovuto creare apparecchiature adatte a valutare l'ammontare dell'indebolimento, ed a rimediare, fornendo all'orecchio meno sensibile suoni amplificati.

L'audiometro, ossia l'apparecchio adatto alla misura dell'ipoacusia, non è altro che un generatore di segnali a Bassa Frequenza, con uscita tarata in funzione della sensibilità dell'orecchio umano. Sappiamo infatti che il nostro udito è sensibile a tutte le frequenze comprese tra 16 e 16.000 Hz, e che il livello di soglia, ossia la intensità minima di un suono di qualsiasi frequenza compresa nella gamma suddetta, percepibile da un orecchio normale, è considerato pari a 0 dB.

Per misurare la sensibilità di un orecchio, è necessario rilevare per punti la curva di sensibilità alle diverse frequenze, mediante un apparecchio che possa produrre tali frequenze, ed il cui segnale di uscita, riprodotto da una cuffia, sia regolabile mediante un attenuatore tarato.

La **figura 1** illustra il principio dell'audiometro. Come si nota, si ha un generatore, in grado di fornire diverse frequenze, a partire dalla più bassa, fino alla più acuta, commutabili mediante un commutatore ad un massimo di 15 posizioni (per rilevare la curva, sono di solito sufficienti, agli effetti diagnostici, 10 o 12 frequenze diverse). Poichè il generatore ed il trasduttore (cuffia) non possono essere assolutamente lineari, si ha, all'uscita del generatore, un attenuatore fisso, che viene regolato in fase di taratura affinchè, a massima uscita, la cuffia riproduca tutte le frequenze ad un livello pari a 100 dB (corrispondente alla cosiddetta «soglia del dolore»). Tra detto attenuatore fisso e la cuffia, è presente inoltre un attenuatore variabile tarato in decibel, con scatti da 5 in 5 dB, che consente di portare ad un minimo di -10 dB il livello dei suoni riprodotti dalla cuffia.

La realizzazione di un audiometro con caratteristiche adeguate alle necessità di impiego è cosa abbastanza delicata. Innanzitutto, affinchè la frequenza e l'ampiezza delle oscillazioni prodotte siano il più possibile costanti, ed indipendenti dalle condizioni ambientali (temperatura, umidità, pressione, ecc.), è necessario che i componenti impiegati siano della qualità migliore. In secondo luogo, l'organo riproduttore, ossia la cuffia (generalmente del tipo a bobina mobile), deve avere una particolare curva di responso, il più possibile lineare, e deve inoltre presentare la massima stabilità, al fine di erogare suoni di ampiezza costante, in relazione all'ampiezza dei segnali di eccitazione.

Mediante tale apparecchio, dopo aver collocato il paziente in un apposito ambiente, isolato dai rumori ambientali (detto «camera silente»), si sottopone il suo udito (a destra ed a sinistra separatamente), alla riproduzione di tutti i suoni forniti dall'audiometro, partendo dalla frequenza più bassa fino alla più alta.

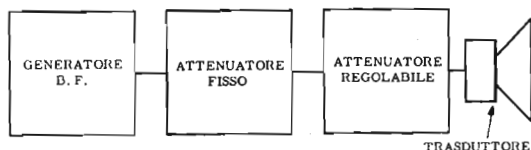



Fig. 1 - Schema a blocchi di un audiometro. Si notano l'oscillatore, e i due attenuatori, di cui uno per la messa a punto, conformemente alle caratteristiche del trasduttore in uscita, ed uno regolabile ad opera della persona che effettua l'esame audiometrico.

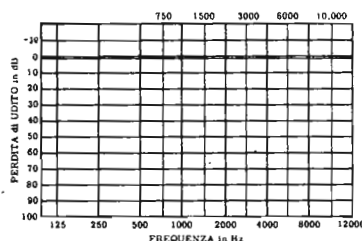



Fig. 2 - Esempio di modulo sul quale viene riportata la curva di sensibiltà acustica del paziente. Sui due assi, verticale ed orizzontale, sono indicate, rispettivamente, le ampiezze e le frequenze dei segnali.

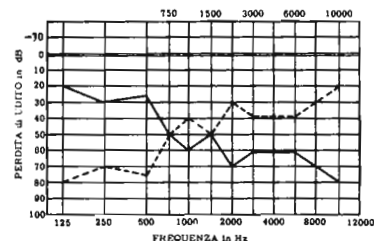



Fig. 3 - In teoria, una curva di sensibilità come quella (ad esempio) rappresentata in tratto continuo, dovrebbe essere compensata con una protesi avente la curva di responso opposta (ossia complementare) tratteggiata.

ed iniziando per ciascuno di essi dal livello minimo (— 10 dB), fino al punto in cui il paziente inizia ad udire il suono. In tal modo per ogni frequenza, è possibile conoscere il *livello di soglia*. I diversi livelli alle varie frequenze costituiscono una curva, che può essere tracciata su un apposito modulo, del tipo illustrato alla **figura 2**, mediante la quale si fa un paragone con la curva relativa ad un orecchio normale, corrispondente, in teoria, al livello di 0 dB per tutte le frequenze.

Tracciando una curva rossa per l'orecchio destro, ed una blu per l'orecchio sinistro, si può, per interpolazione, conoscere la perdita totale di udito risultante dalle due curve.

Esistono di tali apparecchi diverse versioni. Le più semplici constano di un unico controllo di frequenza, e di un solo attenuatore, facenti capo ad un unico trasduttore che viene applicato alternativamente su ogni orecchio del paziente. Altri tipi, invece, constano di un trasduttore biauricolare (cuffia a due padiglioni), ai quali il segnale può essere inviato contemporaneamente o separatamente, a seconda delle esigenze dello operatore, tramite un controllo detto di *bilanciamento*.

Nei tipi professionali, invece, si hanno addirittura due audiometri contenuti in un unico strumento, che consentono l'esame audiometrico contemporaneo dello orecchio sinistro e di quello destro, con la medesima frequenza, o con due frequenze diverse. Ciò comunque serve unicamente nel caso di particolari indagini, e non per la semplice valutazione dell'ipoacusia.

Un importante accessorio di cui molti audiometri sono dotati è il cosiddetto dispositivo di *mascheramento*, mediante il quale è possibile far udire al paziente un suono complesso (rumore « *random* » oppure rumore « *bianco* »), con l'orecchio opposto a quello col quale egli ode il segnale puro. Questa prova serve a valutare la possibilità di discriminazione dei suoni da parte del paziente stesso, nonchè per accertare l'eventuale simulazione di sordità nelle perizie mediche.

Per la messa a punto dell'audiometro, sia in fabbrica che in laboratorio, in occasione dei controlli periodici, si usa uno strumento particolare, detto *orecchio artificiale*. Esso è basato sul principio del fonometro, in quanto misura il livello sonoro emesso dai trasduttori, in una speciale cavità (contenente il microfono) che presenta le medesime caratteristiche del meato timpanico dell'orecchio umano. In tal modo è possibile creare artificialmente le condizioni che si verificano durante l'esame del paziente, e regolare il livello di uscita dei suoni al valore effettivamente necessario affinchè le indicazioni dell'audiometro corrispondano alla realtà.

Una volta nota la caratteristica dell'ipoacusia, è possibile, dall'andamento della curva rilevata, formulare una diagnosi sulle cause che hanno determinato la perdita di udito, e stabilire la curva di responso dell'amplificatore adatto alla compensazione. Teoricamente, tale curva dovrebbe avere un andamento opposto a quella rilevata con l'audiometro; ossia, una curva di sensibilità come quella riportata in tratto continuo sul diagramma di **figura 3** dovrebbe essere compensata con un amplificatore avente una curva di responso come quella tratteggiata riportata sul medesimo grafico; in seguito, regolando opportunamente il controllo di volume, l'utente può portare i suoni percepiti ad un livello conforme alle sue necessità. Ciò tuttavia non è possibile per diversi motivi di carattere tecnico e funzionale. In pratica, si cerca sempre di applicare un amplificatore che consenta una buona compensazione sulle gamme di frequenze della voce umana, e che elimini — per quanto possibile — i rumori in genere ed i suoni non indispensabili, i quali tendono sempre a diminuire la intelligibilità di quelli utili.

Le prime protesi acustiche erano costituite da amplificatori basati sul funzionamento del telefono. Esse erano infatti costituite da un microfono a carbone, da una pila, e da una cuffia che riproduceva i suoni con un'intensità maggiore. Non appena furono realizzate le valvole « subminiatura », aventi dimensioni inferiori a quelle di mezza sigaretta, fu possibile costruire amplificatori tascabili grandi come una saponetta, contenenti tre o anche quattro stadi amplificatori, i relativi circuiti, le batterie di alimentazione, ed un minuscolo potenziometro con interruttore, per la regolazione del volume. Ogni apparecchio, inoltre, era suscettibile di adattamento, grazie alla presenza di speciali filtri regolabili che consentivano di predisporre la curva di responso necessaria alla migliore compensazione.

Il trasduttore consisteva in un minuscolo bottone, contenente un'unità elettromagnetica a membrana, connessa all'apparecchio tramite una trecciola di filo flessibile (vedi **figura 4**).

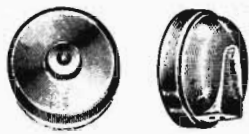



Fig. 4 - Aspetto di un trasduttore per apparecchio acustico, visto dai due lati. Si notino l'attacco per il cordoncino, sul retro, ed il foro di uscita dei suoni, sul davanti, al centro.

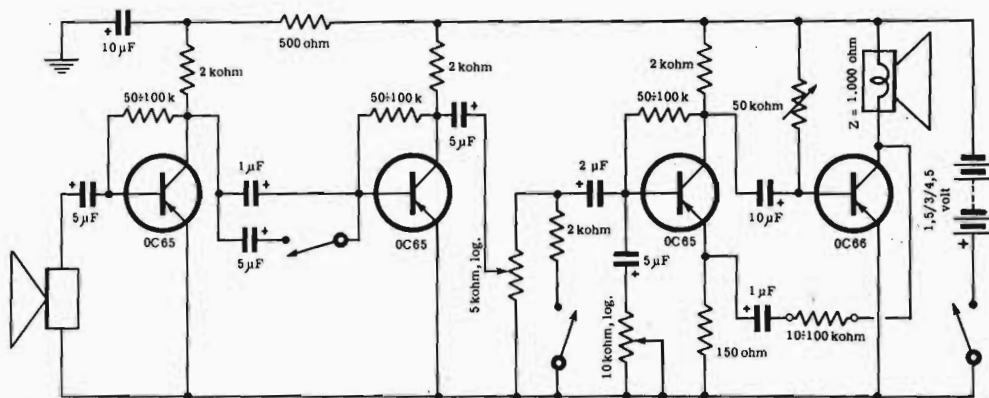



Fig. 5 - Circuito elettrico di una moderna protesi acustica, a transistori, costituita da quattro stadi. Si possono rilevare i due controlli a mano (tono e volume), ed i dispositivi di regolazione della curva di responso, per adattare l'amplificatore alle caratteristiche dell'udito dell'utente.

In seguito alla scoperta dei transistori, le dimensioni di tali amplificatori poterono essere ulteriormente ridotte, grazie al minimo ingombro dei transistori stessi, ed alla soppressione della batteria anodica, che, se era necessaria per le valvole, (oltre a quella di accensione) è completamente abolita nei circuiti a transistori. La nuova tecnica ha consentito di installare interi amplificatori a quattro e più stadi persino nelle stanghette di un paio di occhiali, o in minuscoli involucri da installare dietro al padiglione auricolare. E' stato possibile applicare la protesi acustica anche a coloro che, per ragioni di pudore (apparecchio molto evidente), erano restii a servirsi di questo importante rimedio contro la loro menomazione.

Le moderne protesi acustiche sono generalmente realizzate con circuiti stampati, il che consente di ottenere le minime dimensioni di ingombro, e la massima leggerezza. A ciò occorre aggiungere che, data la bassa tensione di alimentazione fornita dalle batterie incorporate, le correnti in gioco sono molto deboli, e, in genere, non superano il valore di 3 o 4 milliampère neppure nello stadio finale.

Le capacità di accoppiamento, che, dati i bassi valori di impedenza del circuito, sono sempre elevate, ossia dell'ordine di un microfarad ed oltre, sono adatte al funzionamento con una tensione tra gli elettrodi di poco superiore ai quattro volt, con un notevole margine di sicurezza. Da ciò appare evidente come sia possibile realizzare condensatori elettrolitici, aventi una capacità anche di dieci microforad, e con un ingombro pari a quattro millimetri di lunghezza, e due di diametro.

Le resistenze adottate sono generalmente del tipo chimico, ed anch'esse hanno dimensioni particolarmente ridotte. La lunghezza, infatti, non supera i quattro millimetri, ed il diametro varia da uno a due millimetri.

Grazie ai più recenti progressi conseguiti nel campo dei semiconduttori, anche i transistori adatti all'impiego nelle protesi acustiche sono di dimensioni e di peso estremamente ridotti. A parte infatti i terminali, che vengono tagliati alla lunghezza opportuna al momento del montaggio, le dimensioni massime di un moderno transistore di questo tipo sono paragonabili alla testa di zolfo di un fiammifero da cucina.

La **figura 5** illustra il circuito elettrico di una protesi acustica, adatta alla compensazione di gravi forme di sordità, con possibilità di adattamento a diverse curve di risposta.

Come si nota, il primo stadio, al quale fa capo un microfono magnetico del tipo a riluttanza variabile (si veda in proposito quanto detto a pagina 492), amplifica i segnali uniformemente, ossia senza alcuna discriminazione. Tra il primo ed il secondo stadio, invece, esiste un dispositivo che consente, mediante l'inserimento di un contatto a vite, di aumentare il valore della capacità di accoppiamento. Ciò permette di predisporre l'apparecchio per una maggiore o minore amplificazione delle note basse, a seconda che — rispettivamente, la seconda capacità sia inserita o meno.

All'uscita del secondo stadio è presente un potenziometro, che viene generalmente abbinato all'interruttore di accensione, per il controllo di volume. Agendo su tale controllo, l'utente ha la possibilità di variare a sua discrezione l'ammontare totale dell'amplificazione, adattandola così alle sue necessità, in relazione al livello dei suoni percepiti dal microfono.

In parallelo a detto potenziometro è presente una resistenza, inseribile o meno anch'essa mediante un contatto a vite, che, allorchè è inserita, attenua il responso totale sulle frequenze basse, a vantaggio di quello che l'amplificatore presenta nei confronti delle frequenze più acute.

Tra l'ultimo ed il penultimo stadio, inoltre, esiste un circuito di controreazione, costituito da una resistenza e da un condensatore in serie, tra il collettore dello stadio finale e l'emettitore dello stadio precedente. Questo accorgimento consente di variare sia la potenza che il responso dell'amplificatore. Per permettere vari tipi di adattamento, la resistenza viene inserita mediante due minuscoli spinotti, in una piccola presa bipolare. Ciò la rende facilmente intercambiabile, per consentire l'inserimento di diversi valori ohmici, al fine di ottenere il rapporto voluto di controreazione.

Sulla base del penultimo stadio, inoltre, è presente un controllo di tono convenzionale, del tipo potenziometrico, che consente all'utente di variare a suo piacere l'amplificazione sulle note acute.

Un ultimo particolare che riteniamo opportuno citare, infine, è il disaccoppiamento del circuito di alimentazione del primo stadio, applicato per evitare oscillazioni a causa della notevole amplificazione fornita.

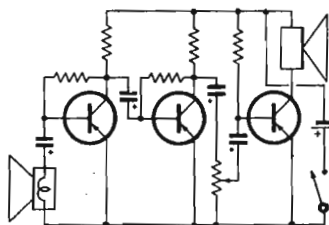



Fig. 6 - A - Circuito elettrico di un amplificatore acustico a tre stadi, realizzabile in dimensioni talmente ridotte da poter essere contenuto nelle stanghette di un paio di occhiali.

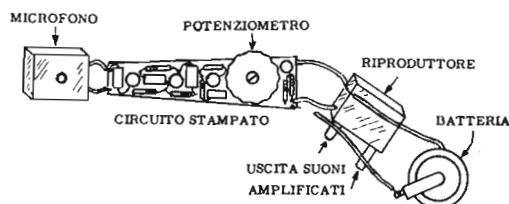



Fig. 6-B - Aspetto dell'amplificatore di figura 6-A, realizzato su una basetta a circuito stampato, (dal lato dei componenti).

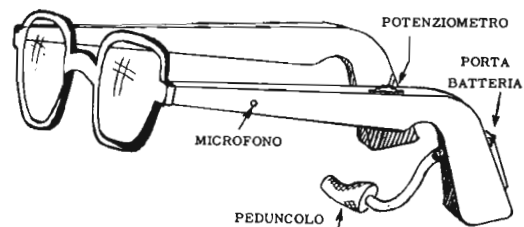



Fig. 6-C - Aspetto di una moderna protesi acustica, del tipo ad occhiale. Si notino il foro corrispondente all'ingresso dei suoni (microfono), nonchè la manopola del potenziometro, la sede della batteria, ed il tubetto di uscita. L'altra stanghetta può essere vuota, oppure contenere una seconda unità eguale per l'altro orecchio (tipo biauricolare).

Adottando transistori del tipo OC65 per i primi tre stadi, ed un OC66 per lo stadio finale, l'apparecchio può essere alimentato con una batteria da 1,5 volt, nel qual caso si può raggiungere un'autonomia di circa 60 ore di funzionamento ed un'amplificazione massima di circa 80 dB. Tuttavia, per compensare eventualmente perdite di udito superiori a tale valore, la tensione di alimentazione può essere portata a 3 volt (con una amplificazione di 90 dB circa) o anche a 4,5 volt (con un'amplificazione massima di 95 dB). Ovviamente, aumentando la tensione di alimentazione, aumenta la corrente assorbita dai vari stadi, e, di conseguenza, diminuisce l'autonomia consentita dalle batterie.

Questo tipo di amplificatore per deboli di udito può essere realizzato in un involucro avente le dimensioni di 4 x 6 x 2 centimetri, ed un peso di circa 65 grammi.

La messa a punto della curva di responso, al fine di ottenere l'adattamento migliore, deve essere effettuata disponendo dell'audiogramma dell'utente, e, come sappiamo, dovrà essere predisposta in modo tale da consentire la massima amplificazione su quelle frequenze alle quali l'utente presenta la perdita maggiore di sensibilità.

La **figura 6 - A** illustra il circuito tipico di un amplificatore a tre stadi, adatto all'installazione nella stanghetta di un occhiale. In **B** è visibile l'aspetto del circuito realizzato, completo di tutti gli accessori, ed in **C** è raffigurata la stanghetta contenente l'intero dispositivo. In essa si notano il foro di ingresso dei suoni, in corrispondenza del microfono, la manopolina per il controllo del volume, la sede della batteria, e l'uscita dei suoni amplificati. Questi ultimi, tramite un sottile tubetto di plastica trasparente, vengono convogliati nel meato timpanico. All'estremità del tubetto viene fissato un *peduncolo*, anch'esso di materia plastica, realizzato su misura, dopo aver rilevato l'impronta del meato stesso. Il compito del citato accessorio consiste nei determinare una chiusura il più possibile ermetica, onde evitare che i suoni amplificati, propagandosi nell'aria, raggiungano nuovamente il microfono (peraltro molto vicino), provocando il fenomeno fastidioso dell'effetto « Larsen » (« reazione acustica ») che costringerebbe ad una riduzione di amplificazione, a scapito del rendimento. Il diametro del tubetto che conduce le onde sonore amplificate è tale da non provocare un'attenuazione apprezzabile delle note gravi.

DIATERMIA e MARCONITERAPIA

Gli scienziati scoprirono, diversi anni orsono, gli effetti dell'Alta Frequenza sui tessuti animali: in primo luogo, come si è visto a proposito delle applicazioni industriali, anche i tessuti animali si scaldano se sono sottoposti ad un campo elettromagnetico; in secondo luogo, si è visto col tempo che, concentrando un'energia ad Alta Frequenza in un punto di minima superficie su un tessuto vivo, essa ha il potere di coagulare il sangue liquido, e di fare — per così dire — esplodere le cellule del tessuto, consentendo contemporaneamente una desensibilizzazione della zona in cui il fenomeno avviene. Da qui è derivato il principio del bisturi elettronico.

La diatermia fa ricorso ad un generatore di Alta Frequenza, della potenza massima di 300 o 500 watt, alla cui uscita sono connessi due elettrodi metallici, che possono essere di dimensioni eguali o diverse. Nel primo caso, essi compiono la medesima funzione, mentre, nel secondo caso, l'elettrodo maggiore assume il ruolo di *elettrodo indifferente*, e quello minore di *elettrodo attivo*. L'impiego è illustrato alla **figura 7**. In **A**, i due elettrodi hanno la medesima superficie, per cui, allorchè sono appoggiati su due parti diverse di un corpo umano (in contatto diretto), l'energia a radiofrequenza (avente una lunghezza d'onda compresa tra 20 e 60 metri), si propaga attraverso il corpo nel modo illustrato dalle linee tratteggiate. In **B** è rappresentato il caso dei due elettrodi di dimensioni diverse: si nota la diversa concentrazione dell'energia, che risulta più intensa in prossimità dell'elettrodo attivo. In **C**, infine è illustrata una diversa sistemazione dei due elettrodi.

Mediante tale applicazione, grazie all'influenza della radiofrequenza, è possibile provocare il riscaldamento dei tessuti interni, senza applicare esternamente una sorgente di calore: questo fenomeno è utile per effettuare applicazioni terapiche, come ad esempio nel caso di reumatismi, di artriti, di condizioni post - traumatiche o post - operatorie, ecc.

La *Marconiterapia* è basata sul medesimo principio, con le sole differenze che la lunghezza d'onda dell'energia applicata è notevolmente minore (da 4 a 6 metri), e che gli elettrodi non vengono applicati a contatto diretto col corpo, bensì attraverso schermi isolanti, in gomma o vetro, come illustrato alla **figura 8**. Il van-

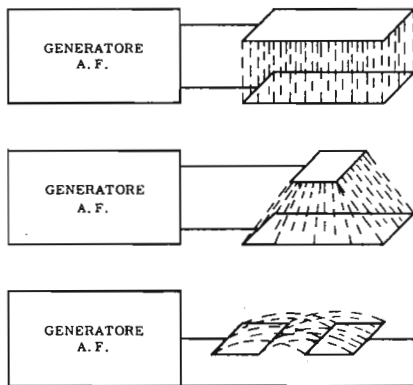



Fig. 7 - Distribuzione dell'energia ad Alta Frequenza tra i due elettrodi di una diatermia. In A, tra due elettrodi eguali, in B tra due elettrodi di diverse dimensioni, con maggiore concentrazione verso l'elettrodo attivo. In C, disposizione laterale, sul medesimo piano.

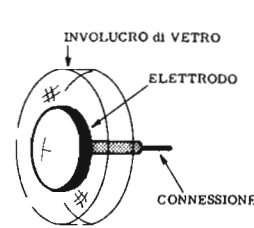



Fig. 8 - Aspetto di un elettrodo per marconiterapia, costituito da un disco metallico racchiuso in un involucro di vetro. Altri tipi sono invece rivestiti di gomma.

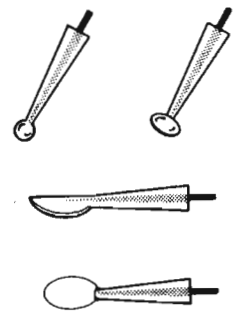



Fig. 9 - Tipi di elettrodi per elettrochirurgia. In alto, due punte per coagulazione; in basso, due elettrodi da taglio.

taggio della marconiterapia rispetto alla diatermia consiste in una maggiore efficacia, in un riscaldamento più rapido e dosabile più facilmente, ed in una maggiore penetrazione dell'effetto riscaldante.

Come si è accenato, il medesimo principio può essere sfruttato in chirurgia; infatti, convogliando l'energia a radiofrequenza su una punta arrotondata, o su un attrezzo a forma di lama (che non deve essere necessariamente affilato), è possibile rispettivamente coagulare il sangue che esce da una ferita, o tagliare un tessuto coagulando contemporaneamente le gocce di sangue che si presentano all'apertura dei vasi capillari. L'elettrodo attivo, sia esso per coagulazione o per taglio, viene applicato al posto dell'elettrodo attivo per terapia, mentre l'elettrodo « indifferente », costituito da una comune lastra metallica isolata o meno, a seconda della frequenza, viene applicata al corpo del paziente, generalmente in un punto opposto rispetto a quello sul quale viene usato l'elettrodo attivo. Ad esempio, nelle operazioni allo stomaco, il paziente è messo in posizione supina, e l'elettrodo indifferente viene posto sotto la schiena, in corrispondenza dei reni.

La **figura 9** illustra l'aspetto di alcuni elettrodi, da taglio o da coagulazione, che vengono installati in apposite impugnature, isolate e sterilizzabili. Internamente a queste ultime passa il cavo che consente l'allacciamento al generatore.

Tali generatori sono sempre muniti di un controllo di frequenza, per consentire la sintonia sulla frequenza di risonanza del circuito del paziente, la quale varia col variare della distanza tra i due elettrodi; sono muniti inoltre di un controllo di potenza, che consente di dosare la quantità di energia al giusto valore per ogni singola applicazione.

Incidentalmente, aggiungiamo che le prime apparecchiature di questo tipo furono realizzate anche prima della scoperta delle valvole. E' infatti noto che le correnti ad Alta Frequenza possono essere prodotte anche col famoso principio del rocchetto di *Ruhmkorff*, per la produzione di onde smorzate. Questo sistema, inoltre, non è ancora stato completamente scartato; esistono infatti modernissime versioni di tale applicazione, che abbinano la diatermia al bisturi ad Alta Frequenza, nelle quali si hanno due generatori, di cui uno a valvola ed uno a *rocchetto*. Per determinate e speciali tecniche di impiego, si usano alternativamente le due sorgenti di energia, oppure una forma speciale di segnale che risulta dalla combinazione delle due oscillazioni, in percentuali che possono essere stabilite mediante gli opportuni controlli disponibili sul pannello di comando. Ad esempio, esistono tipi di bisturi elettronici in cui si usa l'oscillatore a valvola per effettuare il vero e proprio taglio chirurgico, mentre si adotta invece l'energia prodotta dal rocchetto di Ruhmkorff mescolata a volte con una parte del segnale prodotto dall'oscillatore a valvola, per l'elettrocoagulazione.

Un particolare della massima importanza è che le applicazioni di diatermia e di marconiterapia devono essere effettuate da personale qualificato, poichè se la Alta Frequenza può, in giusta misura, avere effetti benefici, può anche, se male dosata, provocare gravi ustioni interne.

RADIOSCOPIA e RADIOGRAFIA

Una conseguenza diretta della scoperta dell'emissione elettronica nel vuoto è stata la scoperta dei raggi « X ». Si è notato infatti che, se si provoca l'urto violento di un raggio di elettroni emessi da un catodo, contro un anodo avente rispetto al raggio una certa inclinazione, si ha da parte di questo la riflessione di una speciale energia, avente una sua frequenza determinata, e che si propaga direzionalmente sotto forma di raggi denominati appunto raggi X o raggi « Roentgen » (dal nome dello scopritore). Il fenomeno è illustrato alla **figura 10**.

I raggi che hanno oltrepassato — ad esempio — il corpo di un paziente, possono essere sfruttati in due modi, a seconda della loro intensità: possono essere usati per illuminare uno speciale schermo fluorescente (in ambiente oscurato), oppure possono impressionare una lastra fotografica racchiusa in un involucro opaco alla luce, ma non ai raggi stessi.

Poichè i raggi che oltrepassano un corpo umano (o un arto) non hanno un'intensità uniforme, bensì una intensità variabile a seconda della natura dei tessuti attraversati, lo schermo fluorescente di un apparecchio per radioscopia, o la lastra fotografica di un apparecchio per radiografia (in seguito allo sviluppo), dànno un'immagine abbastanza fedele della struttura interna del corpo in esame, consentendo così la diagnosi di frat-

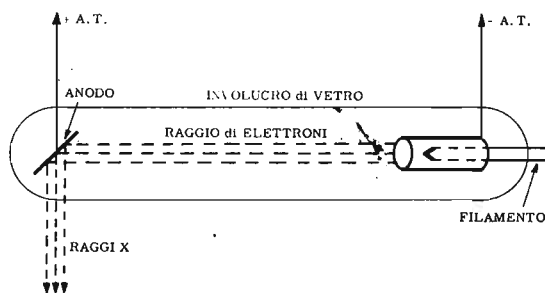



Fig. 10 - Principio del tubo a raggi « X », per la produzione delle radiazioni per scopia e grafia. I raggi si producono a causa dell'urto tra gli elettroni e l'anodo.

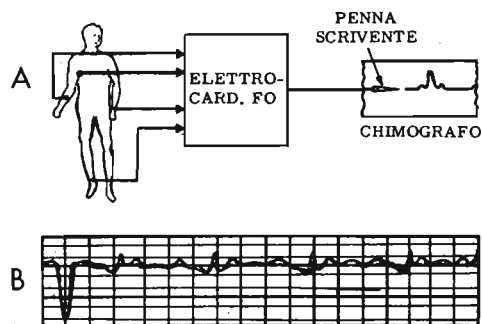



Fig. 11 - In A, punti di applicazione degli elettrodi di un elettrocardiografo. In B, aspetto di un tracciato elettrocardiografico, riproducente le pulsazioni.

ture ossee, la constatazione della presenza di calcificazioni, di masse o di corpi estranei tra gli organi interni, lo studio della conformazione, ecc.

Oltre a ciò, se, prima dell'esame radioscopico, si fa ingerire al paziente un composto a base di bario in quantità sufficiente, grazie alla sua opacità ai raggi X è possibile osservare direttamente sullo schermo fluorescente, o sulla lastra radiografica, tutte le fasi del processo di digestione, la forma ed il percorso che il materiale ingerito assume, e valutare con esattezza il tempo che esso impiega a spostarsi da un punto all'altro dell'apparato digerente. In tal modo è possibile diagnosticare diversi tipi di malattie, e facilitare la scelta del rimedio più opportuno, oppure decidere, se necessario, un intervento chirurgico.

Quanto detto fino ad ora in merito ai raggi X è riferito esclusivamente al punto di vista diagnostico: da quello terapico, invece, si è constatato che i raggi X o raggi Roetngen hanno la prerogativa di curare, se opportunamente dosati, le alterazioni biologiche dei tessuti, come ad esempio i tumori, le infezioni locali, ecc. Essi, inoltre, contribuiscono a facilitare il ricambio delle cellule, il riassorbimento delle masse di detriti provocate dai difetti di circolazione sanguigna o linfatica, ecc.

E' dunque evidente l'immensa utilità dei raggi X nella medicina. Esistono diversi tipi di impianti, per la sola scopia o per scopia e grafia, con diverse potenze. Sono state costruite apparecchiature radiografiche adatte per il solo dentista (di minima potenza, dati i minimi spessori da attraversare), ed impianti atti a fotografare l'interno di un corpo umano o animale di notevoli dimensioni. Aggiungiamo che le apparecchiature radiografiche più moderne sono munite di vari congegni elettronici che ne semplificano e ne accelerano l'impiego. Ad esempio, per gli esami radiografici di massa (nelle fabbriche, nei distretti militari, ecc), esistono tipi di apparecchi funzionanti a pellicola avvolta su di un rullo, con avanzamento automatico e con determinazione automatica (a cellula fotoelettrica) del tempo di esposizione, a seconda della costituzione fisica della persona cui viene fatta la radiografia del torace. Altre apparecchiature ancora, impiegate nelle moderne cliniche, possono effettuare rilievi radiografici facendo muovere il tubo emittente lungo un arco di circonferenza durante l'esposizione. In tal caso si ottiene sulla lastra la cosiddetta « *stratigrafia* », che rappresenta la proiezione della struttura ossea del paziente vista da diversi punti.

Un ritrovato relativamente recente, è infine l'amplificatore elettronico di immagini, mediante il quale è possibile la radioscopia in piena luce, grazie alla maggiore intensità luminosa dello schermo fluorescente, e l'osservazione con maggiore dettaglio dell'immagine ingrandita da quattro a sei volte.

L'ELETTROCARDIOGRAFO e L'ENCEFALOGRAFO

Questi due strumenti, anch'essi utilissimi dal solo punto di vista diagnostico, sono basati su principi analoghi. I fessuti muscolari vivi, allorchè subiscono contrazioni o trazioni per effetto di movimenti volontari o involontari, emettono delle piccole scariche elettriche dell'ordine del millivolt. Tali scariche, ovviamente, sono prodotte anche dal cuore (il quale è notoriamente un muscolo), e si propagano attraverso l'intero corpo umano, grazie alla conduttività dei tessuti nei confronti della corrente elettrica.

Se si applicano due elettrodi in due punti diversi del corpo, è possibile prelevare tali impulsi, amplificarli e trasformarli in movimenti meccanici di una penna scrivente su una striscia di carta che si muova a velocità costante (chimografo). In tal modo è possibile *scrivere* l'andamento delle pulsazioni del cuore. Se poi la carta è contrassegnata con linee trasversali che rappresentano determinati intervalli di tempo rispetto alla velocità di scorrimento, il tracciato che si ricava può essere valutato anche in rapporto al tempo, misurando cioè la frequenza delle oscillazioni, e la durata di ciascuna di esse.

Il principio è illustrato alla **figura 11 - A** nella quale si notano i punti in cui vengono applicati gli elettrodi al corpo del paziente. La figura 11 - **B** illustra invece un tracciato tipico, rilevato con l'elettrocardiografo. Lo andamento del tracciato, confrontato con quello di un cuore perfettamente sano, può aiutare il medico a comprendere l'origine della eventuale disfunzione.

Anche nel caso dell'encefalografo (usato per la diagnosi delle malattie nervose e mentali), si tratta di prelevare le tensioni prodotte dal cervello umano (e da qualsiasi altro cervello animale), allorchè è in attività. La **figura 12** illustra il principio, che, come si nota, è del tutto analogo al precedente. La differenza consiste

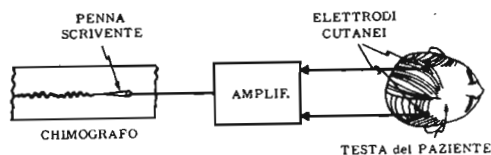



Fig. 12 - Rappresentazione del funzionamento di un encefalografo. Gli elettrodi prelevano le oscillazioni prodotte dal cervello, le quali, amplificate, fanno oscillare la penna scrivente del chimografo a nastro di carta.

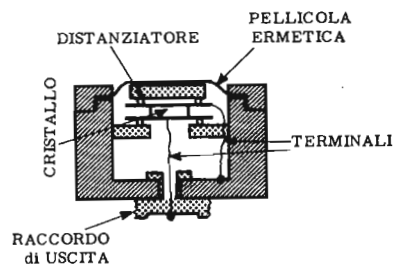



Fig. 13 - Aspetto di un microfono a contatto (ossia senza membrana), impiegato come elemento sensibile nel fonendoscopio, per l'auscultazione del cuore.

in un diverso aspetto del tracciato, dovuto alla diversa natura delle tensioni prelevate dal paziente, e nella diversa velocità di scorrimento del nastro. Nel caso dell'elettroencefalografo, inoltre, si hanno di solito più canali, funzionanti contemporaneamente, e corrispondenti a diverse coppie di elettrodi connessi in vari punti della testa del paziente in esame. L'interpretazione dell'andamento del tracciato multiplo (a diverse tracce) che si ottiene, permette di valutare il funzionamento dei vari centri nervosi presenti nella massa cerebrale.

Il FONENDOSCOPIO

Un altro strumento che l'elettronica ha messo a disposizione del medico per l'attività diagnostica è il fonendoscopio elettronico. Esso consiste in un amplificatore di Bassa Frequenza, avente una curva di risposta variabile, al cui ingresso è collegato un microfono del tipo a contatto. Quest'ultimo ha caratteristiche tali da percepire e tradurre in impulsi elettrici le vibrazioni meccaniche trasmesse al suo organo sensibile (generalmente un cristallo piezoelettrico) direttamente mediante contatto con l'oggetto in esame, e di essere pressochè insensibile alle onde sonore che si propagano attraverso l'aria, grazie alla completa assenza di una membrana. L'aspetto schematico di tale microfono è illustrato alla **figura 13**.

La curva di responso dell'amplificatore può essere variata a piacere, al fine di eliminare tutte le frequenze acute, per consentire l'ascolto diretto dei soli toni cardiaci (di frequenza molto bassa) meglio che non con un comune stetoscopio a mica o in legno, o di eliminare le frequenze più basse, per udire distintamente i rumori polmonari dovuti ai movimenti della respirazione, che sono di frequenza più elevata.

In tal modo, la possibilità di amplificare e di selezionare i diversi segnali, consente al medico di percepire quei suoni (che gli consentono di emettere la diagnosi in base alla sua esperienza) con maggiore nitidezza e con maggiore ricchezza di particolari.

Una interessante applicazione del fonendoscopio è quella nelle aule degli ospedali dedicate alle attività didattiche per i futuri medici: infatti, grazie alla possibilità di amplificare ulteriormente i segnali acustici, e di riprodurli mediante speciali altoparlanti, è possibile far udire a più allievi contemporaneamente i suoni auscultati, mentre — nello stesso tempo — l'insegnante espone i commenti che costituiscono l'oggetto della lezione impartita.

Gli ULTRASUONI

Un'ultima applicazione dell'elettronica che riteniamo opportuno citare è quella degli ultrasuoni, ai quali si è fatto ricorso in un'epoca relativamente recente.

Il cosiddetto *massaggio terapico* consiste semplicemente nel sottoporre gli organi in condizioni patologiche a vibrazioni o movimenti particolari, che possono essere dovuti semplicemente alle mani di una persona qualificata (massaggiatore), o alle vibrazioni meccaniche di un apparecchio meccanico o elettromeccanico. In linea di massima, il massaggio ha l'effetto di accentuare e di facilitare quei fenomeni biochimici che sono alla base della vita, agli effetti della funzionalità degli organi, e della loro dinamica.

Gli scienziati che hanno svolto ricerche in questi campi, hanno constatato che l'efficacia del massaggio varia col variare della frequenza del massaggio stesso. In altre parole, un organo leso in seguito ad un trauma qualsiasi, può essere curato in un determinato numero di giorni grazie all'applicazione di massaggi locali da parte di un infermiere; la guarigione può però essere accelerata effettuando il massaggio con un vibratore elettromagnetico usato opportunamente, la cui frequenza di vibrazione (pari a quella della corrente alternata di rete, o anche ad un valore doppio), è certamente maggiore di quella praticabile dalle mani di un infermiere. A ciò si aggiunge il fatto che, nel secondo caso, l'ampiezza delle vibrazioni stesse risulta assolutamente costante.

Poichè per la stessa dinamica dei corpi solidi, non è possibile ottenere frequenze superiori a un determinato limite, si è cercata una fonte di energia che consentisse l'applicazione di vibrazioni a frequenza maggiore, e si pervenne agli ultrasuoni.

Un apparecchio ad ultrasuoni non è altro che un generatore di oscillazioni, con frequenze di poco superiori (rispetto all'intero spettro delle frequenze), alla massima percepibile dall'orecchio umano, e classificate quindi (come abbiamo visto a suo tempo) tra gli ultrasuoni. Ad esempio, una frequenza di 25.000 Hz. è già nella gamma degli ultrasuoni.

Le oscillazione così prodotte, regolabili sia in fre-

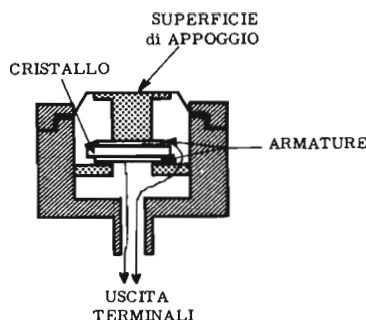



Fig. 14 - Aspetto di un trasduttore (testina) a cristallo, per ultrasuoni. Le vibrazioni del cristallo vengono trasmesse mecanicamente alla superficie di appoggio, dove viene applicato il « carico » che le utilizza.

quenza che in ampiezza, vengono inviate ad una testina, contenente un cristallo di quarzo. Ai lati di questo ultimo sono applicati due elettrodi, facenti capo uno all'uscita del generatore (vedi **figura 14**) ed uno a massa; per il noto effetto reversibile della piezoelettricità, il cristallo è costretto a vibrare sulla frequenza dei segnali di eccitazione. Le vibrazioni del cristallo sono trasmesse meccanicamente ad una superficie, che viene messa a contatto del corpo umano nei punti in cui si desidera effettuare l'applicazione terapica.

Le vibrazioni così applicate provocano diversi effetti: innanzitutto esse si propagano in direzione rettilinea (data la loro frequenza elevata), e possono giungere ad una certa profondità all'interno del corpo del paziente. In tal modo è possibile effettuare il massaggio anche in quei punti anatomici in cui non è possibile arrivare direttamente dall'esterno. In secondo luogo, anch'esse favoriscono certe reazioni biochimiche, utili per lo svolgimento delle diverse funzioni del corpo umano; in terzo luogo, provocano, per attrito tra gli strati cellulari dei tessuti, forme di riscaldamento particolarmente localizzate, che semplificano notevolmente la terapia di certe forme reumatiche.

Aggiungiamo a tutto ciò che le applicazioni degli ultrasuoni sono state estese da tempo anche al campo della chimica, per la preparazione di determinate sostanze. Ad esempio, per la produzione di certi medicinali, è spesso necessario creare delle *emulsioni*, mescolando tra loro sostanze liquide, (ad esempio acqua distillata ed olii speciali), che possono combinarsi tra loro solo temporaneamente, se mescolate con mezzi normali. Si è invece constatato che, effettuando la mescolazione con l'aiuto degli ultrasuoni, le molecole dei due liquidi si compongono tra loro in modo da creare un composto che, pur essendo — ripetiamo — un'emulsione, presenta caratteristiche di stabilità paragonabili a quelle di una soluzione.

Esistono numerose altre applicazioni elettroniche nel campo medicale, ad esempio, quelle delle correnti galvaniche e faradiche, atte alla terapia di disfunzioni nervose, apparecchiature per il rilevamento delle temperature locali, della conduttività epiteliale, ecc. Tuttavia, quanto detto fin qui, può dimostrare quanto l'elettronica abbia fatto fino ad ora, oltre che per la comodità ed il miglioramento delle condizioni di vita, per la sicurezza e per la conservazione della specie.

RISPOSTE alle DOMANDE di p. 1217

N. 1 — Un dispositivo quasi sempre elettromeccanico, che trasforma direttamente o indirettamente variazioni di corrente in movimenti meccanici.

N. 2 — Un relais normale può essere eccitato sia in corrente continua che in corrente alternata, mentre un relais polarizzato funziona solo con corrente continua.

N. 3 — In tre modi: per chiudere o aprire un circuito elettrico, per provocare direttamente un'azione meccanica, o per azionare un secondo relais.

N. 4 — Dalla superficie e dalla pressione dei contatti, nonchè dalle caratteristiche di isolamento.

N. 5 — In due modi: ad impulsi, o mediante toni a Bassa Frequenza.

N. 6 — Usufruendo di un relais ad elemento rotante, che provochi diverse azioni mediante un eccentrico.

N. 7 — Poichè, in tal caso, occorrerebbero, sul modellino radiocomandato, tanti ricevitori quante sono le frequenze usate.

N. 8 — La modulazione della portante, mediante impulsi o mediante toni a B. F., per impartire ordini, secondo un codice prestabilito.

N. 9 — Per evitare che una sola frequenza faccia funzionare contemporaneamente con l'oscillazione armonica, un altro comando sul modellino.

N. 10 — Per ottenere la massima portata, utilizzando tutta l'energia a radiofrequenza prodotta dal trasmettitore.

N. 11 — Perchè, in tal caso, lo stadio rivelatore in superreazione tende ad inviare energia ad Alta Frequenza all'antenna, invece di riceverne.

N. 12 — L'interpretazione dei segnali modulanti che variano le caratteristiche della portante, convertendoli in fenomeni elettromeccanici che obbediscono agli ordini trasmessi.

N. 13 — La corrente alternata (alla frequenza del segnale di codificazione) fa vibrare per risonanza una lamina tarata su quella frequenza. Essa, a sua volta, chiude ritmicamente un contatto elettrico che aziona un relais secondario, tramite un circuito integratore.

N. 14 — A trasformare la corrente intermittente data dalle vibrazioni di una lamina del relais a lamine vibranti, in una corrente continua. Ciò avviene grazie alla corrente di carica di una capacità disposta in parallelo ai contatti che si chiudono ritmicamente.

N. 15 — Il peso e lo spazio: infatti, ad ogni lamina vibrante, deve corrispondere un relais secondario, ed un circuito integratore.

N. 16 — Dalla potenza del trasmettitore, dalla sensibilità del ricevitore, e dalle caratteristiche del luogo in cui il sistema viene fatto funzionare.

N. 17 — La percentuale minima deve essere dell'80%. Una percentuale inferiore darebbe vibrazioni insufficienti della lamina.

N. 18 — Predisponendo un secondo relais di maggiore potenza, azionato dal primo, ed alimentato da una batteria invece che dal segnale direttamente.

ERRATA	CORRIGE
pag. 5 - II[a] colonna, riga 21: $\left(\frac{300.000.000}{\lambda}\right)$	$\left(\frac{\lambda}{300.000.000}\right)$
pag. 7 - II[a] colonna, riga 1: 3×10^3 Hz (30 kHz)	30×10^3 Hz (30 kHz)
pag. 7 - II[a] colonna, riga 4: da 3×10^3 a 3×10^{12} Hz	da 30×10^3 a 3×10^{12} Hz
pag. 13 - II[a] colonna, riga 19: corrente elettrica	tensione
pag. 22 - Tabella 10 63.00 - 60.60 ecc.	63,00 - 60,60 ecc.
pag. 25 - II[a] colonna, riga 16: « ambra »	« electron », che significa ambra gialla
pag. 26 - I[a] colonna, righe 14 e 13 dal basso: create e distrutte	formate e scisse
pag. 29 - in alto: didascalia di fig. 6 e 7	le didascalie delle fig. 6 e 7 vanno invertite tra loro
pag. 36 - II[a] colonna, riga 9 dal basso: il punto la seconda, ed il colore del terminale indica	il colore del terminale la seconda, ed il colore del punto indica
pag. 40 - in alto: didascalie di fig. 18 - 19	le didascalie delle fig. 18 e 19 vanno invertite tra loro
pag. 44 - Tabella 14, I[a] colonna: valore di R	valore di R in ohm
pag. 49 - II[a] colonna, riga 9 dal basso: su un'indennità	su un'identità
pag. 64 - Figura 21: indicazioni B e C	le indicazioni B e C vanno invertite tra loro
pag. 77 - II[a] colonna, riga 3: $W = E^2 : Rt$	$W = (E^2 : R)t$
pag. 77 - II[a] colonna, riga 10: $Ixt = Q$ in cui Q	$Ixt = Q$ (in cui Q
pag. 78 - I[a] colonna, riga 10 dal basso: 338,4 × 40 = 13.216 lire	338,4 × 40 = 13.536 lire
pag. 79 - II[a] colonna, riga 19: necessità	necessita
pag. 82 - Didascalia Fig. 1: La corrente scorre esternamente dal + al —.	La corrente scorre esternamente dal — al +, considerando il senso di movimento degli elettroni.
pag. 89 - I[a] colonna, riga 6: Horse Power, = Cavallo vapore	Horse Power, = Cavallo potenza
pag. 89 - I[a] colonna, riga 8 dal basso: $E^2 : Rt$	$(E^2 : R) \times t$
pag. 89 - I[a] colonna, riga 7 dal basso: $I^2 \times Rt$	$I^2 \times R \times t$

pag. 90 - Tabella 21, Iª colonna:
Rame 0,175

Rame. 0,0175

pag. 90 - Tabella 21, IVª colonna in alto:
aumento res. C° per

aumento res, per C°

pag. 92 - Tabella 23, Iª colonna:
Valore di R

Valore di R in ohm

pag. 93 - Tabella 24, VIª colonna, in basso:
Contatore

Potenza e durata

pag. 93 - Tabella 24, VIIª colonna, in basso:
Watt/sec Wattore Kilowattore

Contatore

pag. 93 - Tabella 24, VIIIª colonna, in basso:
Potenza
e Tempo
Wh

J = Watt/sec
Wh = Wattora
kwh = kilowattora

pag. 112 - IIª colonna, riga 11:
una f.e.m. e, agli elettrodi

una f.m.e. e, se agli elettrodi

pag. 114 - Risposta N. 7:
Risposte d) ed e)

le risposte d) ed e) sono invertite

pag. 117 - Iª colonna, riga 6:
« quanta »

« quanti »

pag. 135 - Figura 11-C e didascalia:
...poggiano su piccoli rubini...

sia in figura che in didascalia il termine « rubino » va sostituito col termine « zaffiro »

pag. 137 - Iª colonna:
FORMULE
In un circuito in parallelo

Alle formule si deve aggiungere: $G_T = G_1 + G_2 + G_3 ...$

pag. 137 - Iª colonna:
FORMULE
In un circuito in serie

Alle formule si deve aggiungere: $P_T = P_1 + P_2 + P_3 ...$

pag. 137 - Iª colonna:
FORMULE
in un circuito in serie:
$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + ...$

$$G_T = \frac{1}{\frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} + \frac{1}{G_3} ...}$$

pag. 150 - IIª colonna, riga 7:

$$R_1 = \frac{30}{0{,}015} = 200 \text{ ohm} = R_3$$

$$R_1 = \frac{30}{0{,}15} = 200 \text{ ohm} = R_3$$

pag. 151 - IIª colonna, riga 14:
$(I - I_3) + (I_2 + I_3) = I_1 + I_2$

$(I_1 - I_3) + (I_2 + I_3) = I_1 + I_2$

pag. 156 - IIª colonna, riga 9 dal basso:

$$R_1 = \frac{Rm\ I_2}{I_1}$$

$$R_1 = \frac{R_2 \times I_2}{I_1}$$

pag. 161 - Domanda N. 4, riga 4:
da destra a sinistra

da sinistra a destra

pag. 171 - Iª colonna, righe 5, 6:
un numero minore di linee magnetiche

un numero maggiore di linee magnetiche

pag. 172 - Figura 7:
× MOTO contro il PIANO CARTA
+ MOTO verso l'OSSERVATORE

× MOTO verso l'OSSERVATORE
+ MOTO contro il PIANO CARTA

pag. 172 - Fig. 7, didascalia:

il senso della corrente è verso il piano della pagina dalla posizione (1) alla (5), e verso l'osservatore dalla (5) alla (1).

il senso della corrente è verso l'osservatore dalla posizione (1) alla (5), e verso il piano della pagina dalla (5) alla (1).

pag. 174 - IIª colonna, Iª formula dal basso:

$$= \frac{E_{max}}{\frac{\pi}{2}} = 0{,}367 \times I_{max}$$

$$= \frac{I_{max}}{\frac{\pi}{2}} = 0{,}637 \times I_{max}$$

pag. 174 - IIª colonna, riga 5 dal basso:

una resistenza R equivalente

una resistenza R è equivalente

pag. 178 - Iª colonna, riga 18:

è di 1000 milliampère

è di 100 milliampère

pag. 241 - Iª colonna, riga 8:

attorno ad esso

attorno ad essa

pag. 261 - Tabella 47, - Significato dei Prefissi, righe 16 e 17:

nella prima colonna a destra, ed in corrispondenza di tale prefisso individuiamo

nella colonna grande a sinistra, ed in corrispondenza di tale prefisso, scorrendo orizzontalmente, individuiamo

pag. 266 - IIª colonna, riga 5:

I = 300 : 10 = 10 ampère

I = 300 : 10 = 30 ampère

pag. 282 - Risposta N. 12:

La capacità ammonta a 0,002 F, ossia a 2.000 μF.

La capacità ammonta a 0,02 F, ossia a 20.000 μF.

pag. 282 - Risposta N. 14:

Corrisponde a 2.000 pF.

Corrisponde a 20.000 pF.

pag. 299 - Iª colonna, riga 33:

2,5 ampère per cm^2

2,5 ampère per mm^2

pag. 308 - Tabella 53, riga « 70 × 100 », colonna « E »:

44

54

pag. 314 - IIª colonna, riga 20:

C = capacità in microfarad.

C = capacità in picofarad.

pag. 365 - IIª colonna, riga 18:

g ——— 0,00275 mho, ossia 2.750 mho, pari a 2,75 m

riga da eliminarsi senza sostituzione

pag. 369 - IIª colonna, riga 13 e segg:

I provavalvole generalmente controllano la valvola nel suo valore di conduttanza mutua, accertano la presenza di eventuali cortocircuiti, la presenza di gas, e provano, a volte l'emissione elettronica.

I provavalvole generalmente controllano l'emissione elettronica, accertano la presenza di eventuali cortocircuiti, la presenza di gas, e provano, a volte, il valore della conduttanza mutua.

pag. 378 - Tabella 63, colonna IIª, ultimo valore:

0

1

pag. 378 - Tabella 63, colonna IIIª, dall'alto in basso:

10^7, 10^6, 10^5, 10^4, 10^3, 10^2, 10^1

10^1, 10^2, 10^3, 10^4, 10^5, 10^6, 10^7

pag. 379 - Iª colonna, riga 24 dal basso:

log 1 = 0 in quanto $0 = 10^0$

log 1 = 0 in quanto $1 = 10^0$

pag. 379 - Iª colonna, righe 5 e 6 dal basso:

di un numero non decimale, ossia una potenza esatta di 10, maggiore di 1.

di un numero maggiore di 1.

pag. 379 - IIª colonna, riga 20 dal basso:
Una importante particolarità della « caratteristica » dei logaritmi
Una importante particolarità dei logaritmi

pag. 380 - Iª colonna, riga 8:
che costituisce la differenza tra i due numeri
che costituisce la differenza tra i tre numeri

pag. 381 - IIª colonna, riga 24 dal basso:
(cominciando da destra)
(cominciando da sinistra)

pag. 381 - IIª colonna, penultima riga:
l'antilogaritmo è 3,57978
l'antilogaritmo è 3,57978

pag. 382 - Iª colonna, riga 1 :
pari a 3
pari a $\bar{3}$

pag. 401 - Iª colonna, riga 28:
interamente al catodo
internamente al catodo

pag. 458 - IIª colonna, riga 6:

$$Z_1 = \frac{(N_1)^2}{N_2} Z_2 = n^2 Z_2$$

$$Z_1 = \frac{(N_1)^2}{(N_2)^2} Z_2 = n^2 Z_2$$

pag. 474 - IIª colonna, riga 6 dal basso:
dello stadio finale.
dello stadio finale, calcolata a 420 Hz.

pag. 481 - IIª colonna, riga 21:
un ciclo o periodo dell'onda portante.
un ciclo dell'onda portante.

pag. 499 - ultima riga in basso a destra:
2 volt eff.
3 volt eff.

pag. 505 - IIª colonna, riga 6 dal basso:
indicata come G_a.
indicata come G_3.

pag. 510 - IIª colonna, righe 18 e 17 dal basso:
e meno delito
e meno delicato

pag. 512 - Iª colonna, riga 6:
si aumenta entro un certo limite
si aumenta oltre un certo limite

pag. 512 - Iª colonna, ultima riga:
scendono a pochi millimetri:
scendono a pochi centimetri:

pag. 515 - IIª colonna, riga 24:
tanto un diodo come un pentodo:
tanto un triodo come un pentodo:

pag. 518, in alto:
le fig. 13 - A e 13 - B con relative didascalie invertite.

pag. 523 - Figura 1.
elenco dei materiali
Aggiungere
V1 = 6BA6
V2 = 6AQ5

pag. 523 - Figura 1.
elenco dei materiali - 1 raddrizzatore a ossido 2 semionde GBC E/43
2 raddrizzatori a ossido da 1 semionda GBC E/92 con in serie una resistenza da 50 ohm

pag. 545 - IIª colonna, riga 16:
alternata
continua

pag 550 - IIª colonna, righe 16 e 17:
rappresentano i limiti della gamma
sono pressochè ai limiti della gamma

pag. 568 - Iª colonna, riga 6 dal basso:
anche per loro che
anche per coloro che

pag. 577 - IIª colonna, riga 9:
senza che ciò sia imputabile

se ciò non è imputabile

pag. 578 - Iª colonna, riga 17:
prodotto dei quadrati delle due frequenze).

prodotto delle due frequenze).

pag. 580 - in alto:
didascalie Fig. 3, Fig. 4-A e Fig. 4-B

diventano nell'ordine: Fig. 4, Fig. 3-A e Fig. 3-B

pag. 581 - IIª colonna, riga 10:
L in μH

L in H

pag. 583 - IIª colonna, riga 3:
l'indice del ricevitore sui 1.500

l'indice del ricevitore sui 1150

pag. 588 - Iª colonna, riga 4 dal basso:
assume la minima larghezza

assume la massima larghezza

pag. 595 - Iª colonna, riga 7 dal basso:
(COM nella illustrazione di figura 3)

(COM nella illustrazione di figura 2)

pag. 601 - Iª colonna, riga 6:
anche la frequenza aumenta

anche l'escursione in frequenza aumenta

pag. 601 - Iª colonna, riga 17:
quando invece l'ampiezza del segnale

quando invece il valore istantaneo del segnale

pag. 602 - IIª colonna, riga 1:
ricevitori M.F. sono costruiti

ricevitori F.M. sono costruiti

pag. 603 - IIª colonna, riga 18 dal basso:
In corrispondenza dei picchi positivi...

Se indichiamo con f_C la frequenza centrale e con f_D la deviazione massima in frequenza, in corrispondenza dei picchi positivi...

pag. 603 - IIª colonna, riga 16 dal basso:
ossia la massima deviazione di frequenza

ossia si ha il massimo aumento di frequenza

pag. 603 - IIª colonna riga 14 dal basso:
è pari a f_C meno f_D.

è pari a f_C meno f_D, ossia si ha la massima diminuzione.

pag. 604 - IIª colonna, righe 25 - 26:
La variazione di frequenza tra picco e picco è di 25, ossia 50 kHz.

Supponiamo che la variazione di frequenza tra picco e picco sia di 2 x 25 ossia 50 kHz.

pag. 605 - Iª colonna, riga 15:
e la frequenza, è facile

e la frequenza di modulazione, è facile

pag. 605 - Iª colonna, riga 17:
per la frequenza.

per la frequenza di modulazione.

pag. 609 - Iª colonna, riga 7:
la parte del circuito

da parte del circuito

pag. 621 - Iª colonna, penultima riga:

Valvola EF85: RESIST. SCHERMO: 62 kohm

pag. 714 - titolo Iª riga
TRANSISTORI « n-p-n »

TRANSISTORI « p-n-p »

pag. 763 - Iª colonna, riga 5:
85) che quelli a caratteristica europea (tabella 86)

86) che quelli a caratteristica europea (tabella 85)

pag. 763 - Iª colonna, riga 11 dal basso:
Diametro dello schermo in mm

Diametro dello schermo in cm

pag. 763 - IIª colonna, riga 3 dal basso:
della tabella 85

della tabella 84

pag. 763 - IIª colonna, riga 2:
bella 85, la misura

bella 84, la misura

pag. 763 - IIª colonna, riga 9:
Nella tabella 86

Nella tabella 85

pag. 877 - didascalia di fig. 8:
Elenco valori

Aggiungere i seguenti dati di Tl:
A.T. = 2 × 350 volt, 300 milliampère
Second. = 6,3 volt, 2 ampère
» = 6,3 volt, 2 ampère
» = 5,0 volt, 2 ampère

pag. 895 - figg. 11-A e 11-B:
ferme restando le didascalie

invertire le due figure

pag. 958 - IIª colonna, didascalia di fig. 10, riga 4:
da 1.000 a 10.000 hertz

da 100 a 10.000 hertz

pag. 961 - Iª colonna, riga 2:
elettronico

elettrico

pag. 1045 - IIª colonna, didascalia tabella bobine, riga 4:
tra L1 ed L2

tra L1 ed L2: il diametro del supporto è di 25 mm.

pag. 1072 - IIª colonna, didascalia tabella tensioni:
tensione di rete.

tensione di rete. NM = non misurare.

ULTERIORI CORREZIONI

pag. 78 - IIª colonna, riga 31:

$$\frac{(140)^2}{110} = 1{,}62 \text{ volte}$$

$$\frac{(140)^2}{(110)^2} = 1{,}62 \text{ volte}$$

pag. 258 - Iª colonna, riga 21:
sione ritarda rispetto alla corrente

sione anticipa rispetto alla corrente

pag. 301 - IIª colonna, riga 41:
(2,5 ampère per cm^2)

(2,5 ampère per mm^2)

pag. 341 - IIª colonna, riga 3:
La figura 8 illustra la sezione di un diodo, nonchè la rappresentazione schematica dei due tipi, ecc...

La figura 7 bis illustra la rappresentazione schematica dei due tipi, e la figura 8 illustra la sezione di un diodo.

pag. 351 - IIª colonna, riga 3:
nella figura 19, alla

nella figura 16, alla

pag. 362 - IIª colonna, riga 14:
la griglia a un potenziale

la griglia è ad un potenziale

pag. 366 - IIª colonna, riga 14:
figura 12-A si può

figura 13-A si può

pag. 396 - Iª colonna, righe 17 e 18:
variazioni repentine, ed i transistori

variazioni repentine e transitorie

pag. 398 - IIª colonna, riga 26:
V agisce da valvola

V_1 agisce da valvola

pag. 496 - Iª colonna, riga 22:
figura 11-B

figura 12

pag. 496 - IIª colonna, riga 23:
(figura 12)

(figura 13)

Per la rilegatura del «Corso di RADIOTECNICA» abbiamo preparato ora un nuovo tipo di copertina. Esso è previsto per la confezione a volume (con suddivisione, sempre, in 2 volumi) ad opera di un rilegatore.

Con il presente modello abbiamo voluto accontentare tutti coloro che ci hanno scritto dichiarandosi più propensi ad una rilegatura di tipo comune che non al sistema di raccoglitore già posto in vendita.

Il costo di una copertina è di lire 600 se ordinata singolarmente: il costo delle due copertine ordinate assieme (volume I° e volume II°) è di lire 1100.

In considerazione del rilevante numero di plichi che sono andati dispersi con le spedizioni del primo tipo di cartella, abbiamo previsto la spedizione con plico **« raccomandato »**: la spesa è compresa nelle cifre di cui sopra.

Infine, per agevolare ancor più i nostri lettori, le nuove copertine in questione saranno poste in vendita anche presso le edicole. In questo caso consigliamo la prenotazione presso il giornalaio, affinchè possa essere a lui inviato tempestivamente il quantitativo necessario. La busta contenente le due copertine costerà, anche presso l'edicola, lire 1100.

In caso di acquisto diretto, inviare l'importo a **« Corso di RADIOTECNICA » - Via dei Pellegrini 8/4 - MILANO** con vaglia o versamento sul conto corrente postale **N. 3/41.203.**

AVVISO a tutti i lettori

Come previsto nel nostro programma di pubblicazione, il fascicolo N. 52 conclude questa prima edizione del « Corso ».

In detto fascicolo trovano posto, tra l'altro, le pagine dell'« errata corrige ». Per non sacrificare ulteriormente o addirittura dover omettere il contenuto tecnico dei numeri [illegible] sulle applicazioni dell'elettronica all'[illegible] [illegible] in un ulteriore, apposito fascicolo (N. 53) l'indice generale del testo, l'[illegible] delle tabelle e l'indice analitico, completando [illegible] necessarie per conferire alla raccolta (specialmente in caso di rilegatura) tutte le caratteristiche di un [illegible].

Il citato N. 53 sarà posto in vendita regolarmente, una settimana dopo il N. 52 e **sarà inviato in omaggio a tutti coloro che sottoscriveranno l'abbonamento all'intero «Corso di TELEVISIONE»**. A tale scopo rendiamo note le condizioni di abbonamento a questo nuovo «Corso».

ABBONAMENTO ALL'INTERO « Corso di TELEVISIONE » . . . . **Lire 4.795** (I.G.E. compresa)

ABBONAMENTO a 18 fascicoli — 1/2 Corso — . . . . **Lire 2.550** (I.G.E. compresa)

I versamenti devono essere effettuati come segue:

« Corso di Televisione » — via dei Pellegrini 8/4 — Conto Corrente Postale 3/8232 — Milano.